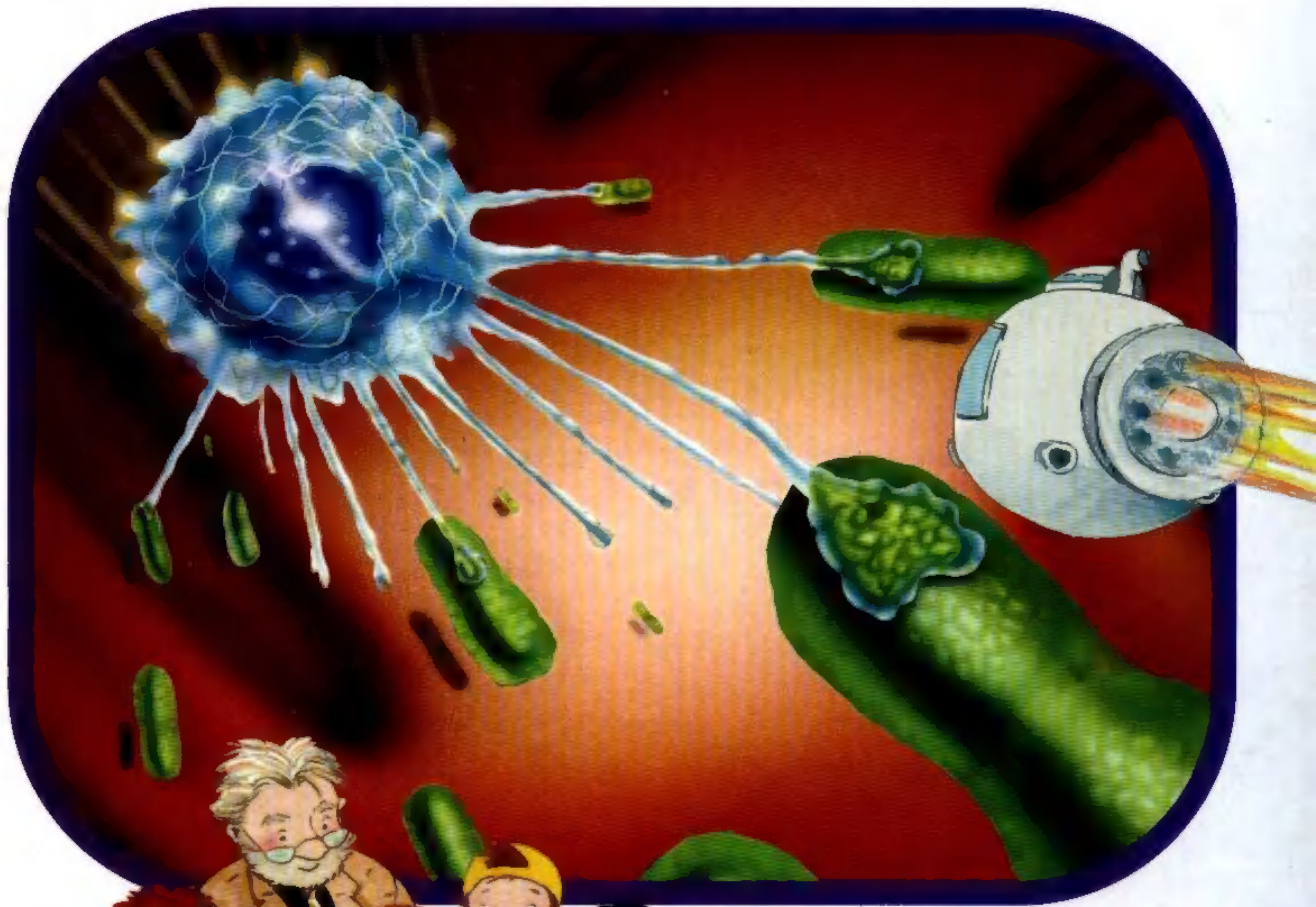


# أبطال جسمك و أشراره

المستكشفون الميكروسكوبيون



معركة الأبطال المدافعين  
عن حياة الإنسان  
ضد عدوان  
البكتيريا والفيروسات

تأليف: نوربرت لاند وياتريك باورل

ترجمة: د. زينب شحافة

دار الشروق

# أبطال جسمك و أشراره

المستكشفون الميكروسكوبيون

معركة الأبطال المدافعين  
عن حياة الإنسان  
ضد عدوان  
البكتيريا والفيروسات



تأليف نوربرت لاندا وياتريك باورل  
ترجمة د. زينب شحاتة

دار الشروق

# مرحباً بكم فى رحاب

كلنا نعلم المعاناة التى نشعر بها عند إصابتنا بالبرد. فنحن نعانى من الزكام والرشح والشعور بالتعب والإعياء. ويجب فى هذه الحالة أن نعطس: ( آتشوووووه )!

إذن نحن نعرف المرض، ونعرف أن الجراثيم أو الميكروبات هى التى تسبب أمراض البرد والأنفلونزا وهى أمراض معدية تنتقل من شخص إلى آخر.

ولكن كيف تسبب الجراثيم المرض؟ وما أشكال هذه الكائنات؟ وماذا تفعل؟ وكيف تدافع أجسامنا ضد هؤلاء الغزاة بحيث يتم التخلص منهم؟ وأخيراً ماذا يحدث بالضبط عند إصابتنا بالبرد؟

إن كبر حجم أجسامنا لا يسمح لنا برؤية المعارك المدهشة التى تدور بين الميكروبات الدقيقة والخلايا الدفاعية داخل الجسم. فعيوننا لا تستطيع رؤية هذه الحروب المذهلة. ولكن من الممكن أن نرى جزءاً من آثار تلك الحروب. فبعطسة واحدة تسقط ملايين الميكروبات على منديل الورق فى صورة المادة المخاطية التى تحتوى على ضحايا المعركة: الميكروبات وخلايا الدفاع التى ماتت.



# للتنا



هيا بنا نلقى نظرة على هذا الأمر، لنشاهد الأحداث التي تجرى بين الأشرار المتسببين في إصابتنا بأمراض البرد والأمراض الأخرى، وبين الأبطال الذين يعيشون في أجسامنا لمقاومة الأشرار والقضاء عليهم. سوف نزور عالما غاية في الغرابة.

سأكون مرشدكم خلال هذه الرحلة وأدعوكم إلى مغامرة أخرى على متن كبسولة الانكماش التي سوف تجعلنا ننكمش إلى أحجام الغزاة من الميكروبات وجنود الدفاع البواسل من خلايا المناعة. فمجموعة الأشرار تمثلها البكتيريا والفيروسات، ومجموعة الأبطال تمثلها خلايا جهاز المناعة.

والحقيقة أن هذا الموضوع مسألة حياة أو موت. ففي كل لحظة من حياتنا سواء كنا أصحاء أم مرضى، تغزو أجسامنا أنواع مختلفة من الميكروبات، وتحاول أن تتخذ مسكنا في خلايا جسمنا لأنه يمثل لها بيئة دافئة ومريحة يتوافر فيها الغذاء بصفة مستمرة. وسوف نتعرف على الحيل الخبيثة التي تلعبها الميكروبات لكي تغزو الجسم، وأيضا على الخطط الحربية المضادة والبارعة التي تضعها خلايا الدفاع لتحفظ لنا الجسم خاليا من الميكروبات. فهيا بنا نبحث عن الأسباب التي تجعل الميكروبات تسبب لنا المرض وعن الأحداث التي تقع في مواقع الغزو (مواقع الالتهابات). كما أننا نريد أن نعرف الدور المفيد والمهم الذي تلعبه الحمى في بعض الأحيان، ودور المضادات الحيوية وعملية التطعيم في مساندة الخلايا الدفاعية في الجسم.

هيا بنا يا أصدقائي ننكمش وندخل إلى أنف أحد المصابين بالبرد لنشاهد المعركة الدائرة هناك.



# الناس والميك

تعيش معنا على سطح هذا الكوكب العديد من الميكروبات والجراثيم وهي كائنات دقيقة جداً تشمل البكتيريا والفيروسات والفطريات والطفيليات. وتعيش هذه الميكروبات في البيئة الآمنة والمريحة التي تسمح لها بالحصول على الغذاء والتكاثر. فالميكروبات تعيش في كل مكان : في الأرض وفي البحار وفي الهواء الذي نتنفسه وفي الطعام الذي نأكله. كما أنها تعيش فوق وداخل الكائنات الحية الأخرى. هل تصدقون أن عدد الميكروبات التي تسكن سطح جلد جسم الإنسان يساوي تقريباً عدد البشر على كوكب الأرض؟ وأن عدد الأنواع المختلفة من الميكروبات يساوي عدد الحيوانات التي تسكن هذا العالم؟

أترون هذا المنظر الغريب؟! إنه مجرد سطح السن التي نراها، وهو مغطى ببقايا الطعام والبكتيريا. فالكثير من البكتيريا تسكن في الفم لتعيش على المواد السكرية التي نتناولها. ومع أننا لم ننكش إلى الحد الذي يمكننا من أن نرى هذه الميكروبات، إلا أننا بالطبع نشعر بوجودها. فكلنا عانينا من آلام تسوس الأسنان المزعجة، والناجمة عن الفضلات الحمضية التي تفرزها البكتيريا والتي يمكن أن تسبب حفراً في أسناننا.



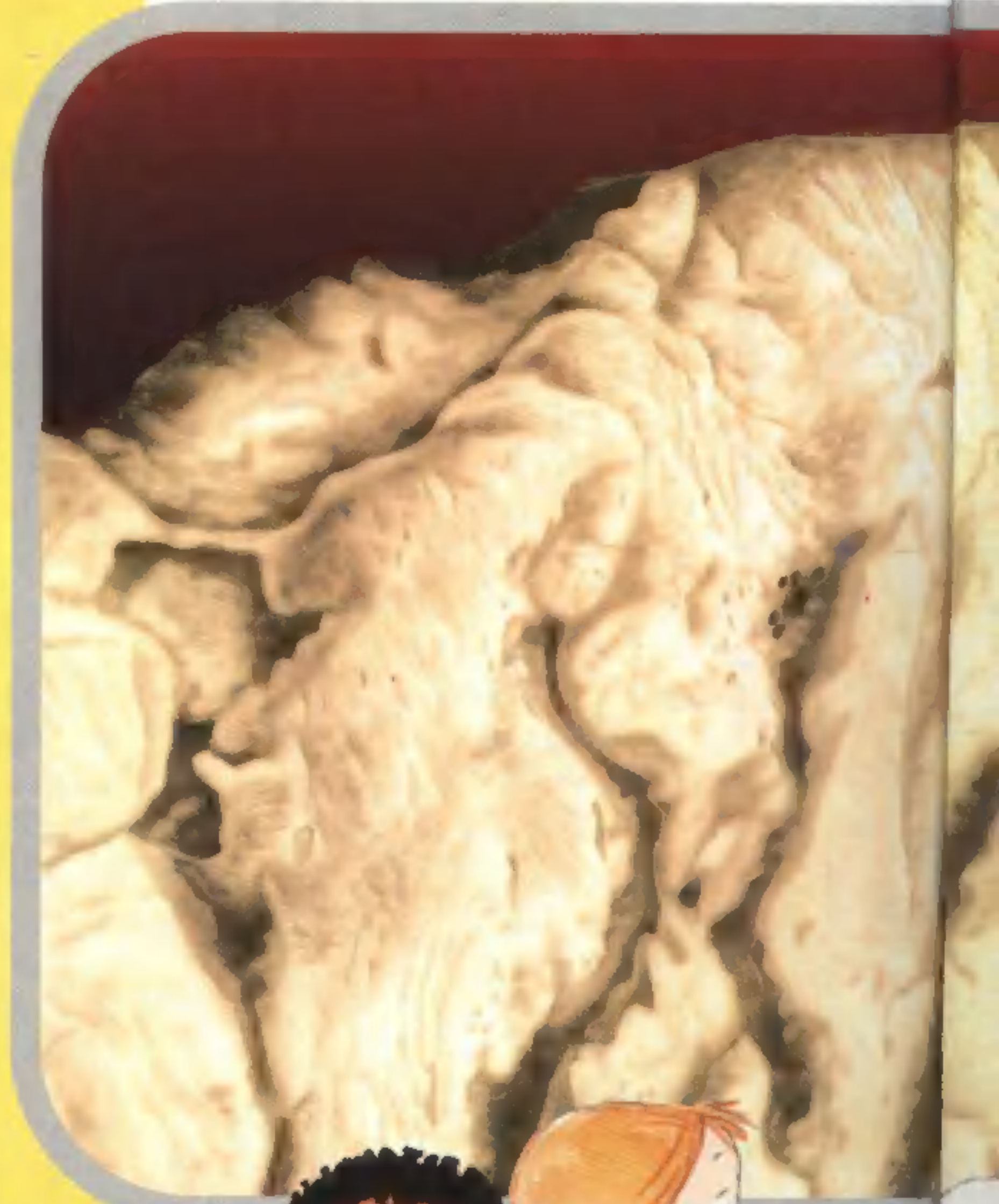
# روايات

هناك أنواع من البكتيريا تعيش في سلام مع خلايا الجسم. فمثلا، تساعدنا بعض البكتيريا التي تعيش في الأمعاء على هضم الطعام. ولكن هناك أنواعا أخرى مثل بكتيريا التسوس تسبب لنا الأضرار. كما أن البعض الآخر يدمر خلايا الجسم من أجل أن يعيش ويبقى. وهذه النوعية الأخيرة هي الجراثيم التي تسبب لنا الأمراض المعدية. أما بالنسبة للميكروبات الموجودة خارج الجسم فنستطيع أن نتغلب على أضرارها باستعمال الصابون الذي يقتل معظم الفيروسات. كما أن تعقيم الماء بالغليان يؤدي إلى قتل البكتيريا.

وتقتحم الميكروبات جسم الإنسان بطرق مختلفة، وبمجرد دخولها إلى الجسم فإننا بالطبع لا نستطيع أن نحاربها باستعمال الصابون والماء المغلي!! ولهذا، فإنه لا بد من وجود أسلحة أخرى. وتلك هي خلايا جهاز المناعة التي يسافر البلايين منها بصفة مستمرة في جميع أنحاء الجسم لتحافظ عليه خاليا من الدخلاء المعتدين. وتستطيع هذه الخلايا أن تعثر على أي عدو في أي بقعة من الجسم، كما أنها تستطيع أن تتصرف بذكاء أمام حيل الميكروبات وتتغلب عليها. وبمجرد العثور على ميكروب ما تتكاثر خلايا المناعة بسرعة لتنتج المزيد منها لتعد نفسها للقضاء على جميع أفراد هذا النوع من الميكروب.

ويعمل جهاز المناعة على محاربة الميكروبات بصفة مستمرة في كل ثانية نعيشها ولكننا لا نشعر به مادامت صحتنا في حالة جيدة. ولكن عندما يغزو الجسم عدد كبير من الميكروبات فإننا نقع مرضى ثم نشفى من المرض بعد ذلك بفضل جهاز المناعة المناضل.

ويعتبر مرض البرد مرضا غير مريح ولكنه يمر بدون أذى كبير. فبعد أيام قليلة تكسب خلايا المناعة معركتها مع الميكروبات. ولكن هذا لم يحدث بعد في الجسم الذي نتجول فيه الآن. وهذه فرصتنا لنشاهد المعارك العجيبة التي سوف تخوضها خلايا المناعة لمحاربة البكتيريا والتخلص منها. فهي بنا.



# ما الذى يحدث فى الأنف؟

ها قد دخلنا إلى الأنف. انظروا كيف يبدو شكله وهو مصاب بالعدوى!

نرى أمامنا سجادة كثيفة من الخلايا المخاطية التى تبطن الأنف والفم والجهاز التنفسى. وتفرز هذه الخلايا المادة المخاطية اللزجة التى تقوم باصطياد الدخلاء على الجسم كما تحتوى على مواد تقضى على الميكروبات. تتحرك هذه الشعيرات الرفيعة بصفة مستمرة لتحجز الميكروبات والأتربة وأى جسم غريب. وتمنعها من الدخول. وربما يبدو السعال أمراً مزعجاً لنا ولكنه فى الحقيقة من وسائل الدفاع المفيدة. فالسعال يساعد على خروج المادة المخاطية المحملة بالميكروبات من الحلق والجهاز التنفسى إلى الفم لطردها. ولو حدث وسقطت المادة المخاطية فى المعدة فإن السوائل الحمضية فيها كافية لأن تدمر الميكروبات وتحللها.

وبصرف النظر عن عدم ارتياحنا للتعامل مع المادة المخاطية، إلا أنها تعتبر من أفضل أسلحة الجسم للتخلص من الجراثيم. وتفرز المادة المخاطية بواسطة الخلايا التى يمكن أن تتعرض للغزو الميكروبى فى أى وقت. ولهذا فإنه على الرغم من أن انسداد الأنف يضايقنا جميعاً إلا أنه وسيلة دفاعية للتخلص من الميكروبات وحماية الجسم.

وكما ترون، فلقد أفرز هذا الأنف الكثير من المادة المخاطية مما أدى إلى انسدادها. ومع ذلك فإن فيروس البرد الماكر قد استطاع أن يهرب من طبقة المخاط إلى طبقة الخلايا تحتها. بل إنه استطاع أن يغزو الكثير منها مما أدى إلى التهاب و تدمير طبقة الشعيرات الرفيعة فى هذه المنطقة. وغالباً ما تحدث هذه الالتهابات فى مواقع الحروب بين خلايا المناعة والميكروبات.

## ولماذا نعطس يا أستاذ؟

عند دخول الأجسام الغريبة إلى الأنف فإنها تزعج الخلايا وتثيرها. والعطس هو تخلص من الأتربة وحبوب اللقاح التى تدخل الأنف، ولكنه يفشل فى طرد معظم الفيروسات. وبالطبع، عندما نعطس فإننا نطلق الميكروبات فى الهواء حيث تكون هناك فرصة كبيرة لأن يستنشقها الآخرون وبالتالي يصابون بالعدوى.

## وكيف يسبب فيروس البرد الأضرار لخلايا الجسم؟

عندما تغزو الفيروسات خلايا الجسم فإنها تحولها من خلايا سليمة تؤدى وظائفها على خير وجه إلى خلايا مبرمجة تماماً لإنتاج فيروسات جديدة ولا شئ آخر. ألا يبدو هذا أمراً غريباً؟ حسناً، لن يقف تعجبكم عند هذا الحد. فعندما نتعرف على أساليب الخلايا والفيروسات فى أداء عملهما، فإننا نصبح فى حيرة أكثر إزاء الحيل والخدع الماكرة التى يستخدمها كل طرف منهما. ولكنى أقترح أن نبدأ أولاً بالتعرف على الدور المهم الذى يلعبه الجلد فى حمايتنا من الغزاة الصغار. وبالطبع فإنه كلما كان عدد الميكروبات التى تدخل الجسم أقل كان هذا أفضل لصحة الجسم.



# الحصن الحصين للجسم



الجلد الذي يكسو أجسامنا من الخارج يكون قويا وجافاً نوعاً ما، وبه طبقة من الخلايا الميتة.

الجلد المخاطي الذي يكسو أجسامنا من الداخل يكون طرياً ورطباً وهو يسمح بدخول المواد المفيدة ويمنع دخول الأتربة والجراثيم وغيرها.

من الممكن أن تعتبر جسمك وكأنه أنبوبة تحيط بها جدران سمكة جداً، وتصب فيها مختلف المواد عن طريق الهواء والشراب والطعام. وتأخذ الخلايا المواد المفيدة من أجل استخدامها في عمليات البناء وتوليد الطاقة. أما المواد الضارة والفضلات التي تنتج من هذه العمليات فيتم التخلص منها.

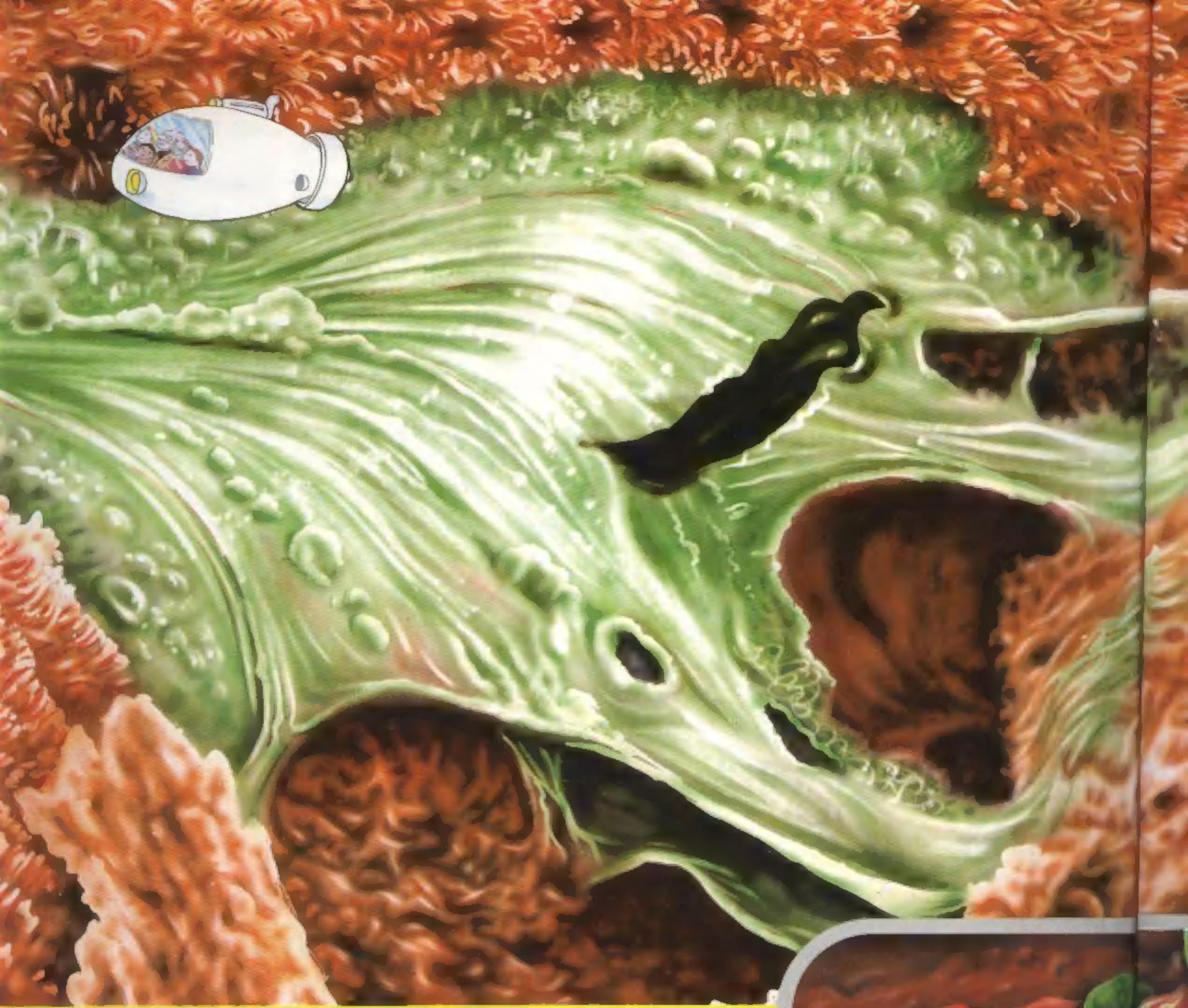
ويقوم الجلد بحماية الجسم من الخارج ومن الداخل أيضاً. فبينما يكون الجلد داخل الجسم ناعماً ورطباً، فإننا نجد أن سطح الجلد الخارجى يكون جافاً وخشناً. فهذه الطبقة الخارجية من الجلد تتكون من خلايا ميتة تعمل كالدرع الواقية وتمنع دخول الميكروبات. ولأن الفيروسات لا تهاجم إلا الخلايا الحية، فإنها تفشل في غزو الجسم عن طريق خلايا الجلد الميتة. أما البكتيريا، فإنها لا تستطيع أن تغزو الجلد السليم.

## ولماذا يكون سطح الجلد الداخلى رطباً؟

يؤدي سطح الجلد الداخلى وظيفة أكثر تعقيداً من تلك التي يؤديها السطح الخارجى. فخلايا الجلد المخاطية التي تبطن الجسم من الداخل عليها أن تحارب وتطرد الدخلاء والغرباء، وفي الوقت نفسه عليها أن تسمح بمرور المواد المفيدة التي يحتاج إليها الجسم. فتحس خلايا الفم بنكهة الطعام التي تجعله لذيذاً، كما تحس خلايا الأنف برائحة الطعام فتضيف بذلك مذاقاً أفضل، ثم تذهب المواد الغذائية إلى خلايا الأمعاء، وتحصل خلايا الرئة على غاز الأكسجين. ولكي تتم هذه العمليات بنجاح فإن خلايا الجلد يجب أن تميز بين الأشياء الضارة بالجسم والأشياء المفيدة. ولهذا السبب نجد أن خلايا السطح الداخلى للجلد تكون أكثر حساسية من خلايا السطح الخارجى. وعلى الرغم من أن خلايا الأنف تنتج المادة المخاطية التي تقتل الميكروبات، فإنها تكون دائماً معرضة لهجوم الميكروبات.

وتتحمل خلايا سطح الجلد الداخلى مسئولية صد وطرد جميع أنواع الميكروبات والأتربة والجسيمات الغريبة التي تدخل مع الهواء الذي نتنفسه. ونرى هنا حبة غبار مغطاة بالمادة المخاطية ومحشورة داخلها لحين طردها للخارج في أقرب وقت.





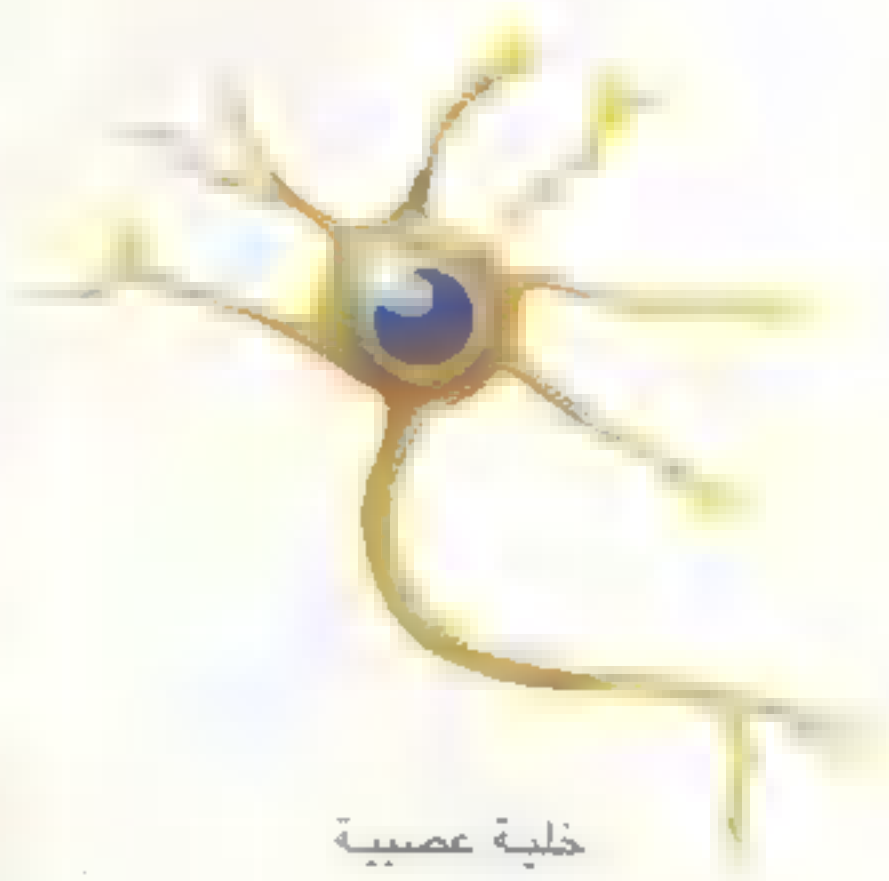
لقد انكمشنا الآن إلى أحجام صغيرة جدا حتى إننا نستطيع أن نرى هذه البكتيريا الخضراء والتي هي جزء بسيط من الملايين العديدة التي تعيش على سطح الجلد. وعادة ما تعيش هذه البكتيريا في سلام مع الجسم طالما استقرت على سطحه ولم تدخل إلى الأنسجة الداخلية ومجرى الدم.

### هل تستطيع البكتيريا أن تزحف إلى الأذن؟

بالطبع تستطيع أن تقوم بذلك إذا ساحت لها الفرصة. ولكن مدخل الأذن يحتوي على المادة الشمعية التي تحميها لاحتوائها على مواد قاتلة للميكروبات. وينطبق نفس الشيء على الدموع والمادة المخاطية والدهون على الجلد؛ فكل هذه المواد تحتوي على مواد سامة للميكروبات. كما أن هذه السوائل تنساب من الداخل إلى الخارج حتى تعمل على التخلص من الغزاه بانتظام.



# كيف تعمل الخلايا



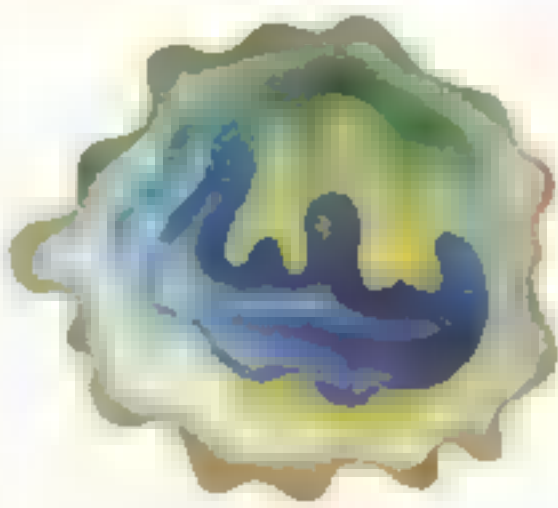
خلية عصبية



خلية عضلية



خلية دم حمراء



خلية دم بيضاء



خلية جلد

لقد ركزنا الحديث حتى الآن على الخلايا المخاطية . ولكن الجسم يتكون من مئات الأنواع المختلفة من الخلايا التي تكون الأجزاء المختلفة فيه . فالخلايا هي وحدات الحياة التي يتكون منها كل كائن حي . فأنسجة الجسم المختلفة تتكون من خلايا مختلفة . وعلى سبيل المثال . تكون الخلايا الطلائية نسيجاً متماسكاً يبطّن كلاً من الفم والأنف والرئة والحلق والمعدة والأمعاء . وتكون الخلايا العضلية العضلات التي تحرك العظام التي تتكون هي الأخرى من الخلايا العظمية . وتتحرك العضلات بناء على أوامر من الخلايا العصبية . فالخلايا المختلفة ومنتجاتها تتفاعل وتتفاهم بعضها مع بعض بصفة مستمرة حتى يؤدي الكائن الحي وظائفه التي خلق لها . ولكي يعيش جسم الإنسان في سلام لابد من توافر نوع من الحماية . وتتوافر هذه الحماية عن طريق البلايين من خلايا المناعة التي تسبح في الدم بصفة مستمرة لتحافظ على الجسم خالياً من الميكروبات . وسوف نتعرف على هذه الخلايا بعد قليل . ولكننا نحتاج في البداية إلى أن نتعرف على مكونات الخلية بصفة عامة .

## وما نوع هذه الخلية؟

هذه الخلية هي إحدى الخلايا المخاطية في الأنف . ولكن يجب أن نعلم أن معظم الخلايا تتشابه في طرق عملها . فالخلايا لها مهمة رئيسية خلقت من أجلها . وهي إنتاج البروتينات . وهي جزيئات معقدة تستخدم كوحدات بناء للخلية . وكرسائل تنظم عمليات التعاون بين الخلايا . وكمنشطات للتفاعلات الكيميائية . وتتكون معظم الخلايا من نفس الأعضاء أو الأجهزة . فالخلايا لها جلد يسمى غشاء الخلية . ولها هيكل داخلي . كما تحتوي الخلايا على مصانع لإنتاج البروتينات تسمى بالريبوسومات . ومحطات توليد طاقة تسمى بالميتوكوندريا . وجهاز مركزي يسمى بالنواة . وهي الموقع الذي تخزن فيه جميع الخطط والمعلومات التي تحدد للخلية ماذا تفعل في كل شئونها . ونطلق على هذه الخطط اسم الجينات . وهي وصفات تفصيلية لإنتاج البروتينات . ويحتوي الجسم على ١٠٠ ألف نوع من البروتينات المختلفة تؤدي ١٠٠ ألف وظيفة مختلفة .



### ولماذا لا نرى الجينات هنا يا أستاذ؟

لأن الجينات توجد على شريط خيطي رفيع جداً يسمى الدنا (DNA) مخزن في النواة التي لم ندخلها بعد. وتستطيع الخلايا أن تقرأ التعليمات والوصفات على الجينات وأن تصنع البروتينات الخاصة بكل وصفة. وتحدد الجينات النشطة في كل خلية نوع البروتينات التي تنتجها هذه الخلية وبالتالي تحدد وظائفها. فالجينات النشطة في الخلية المخاطية تملأ على هذه الخلية أن تتخصص في إنتاج البروتينات التي تكون المادة المخاطية. بالإضافة إلى إنتاج البروتينات الأخرى التي تحتاج إليها.

وإذا فكر أحد منا أن يغير من سلوك أو طريقة حياة أي خلية، فإننا بلا شك سوف نبدأ بتغيير جينات هذه الخلية. فالجينات تمثل عالماً مثيراً تتجلى فيه لمحة من قدرة وعظمة الخالق سبحانه وتعالى.



# كائنات صغيرة جداً

الفيروسات ميكروبات صغيرة جداً. ويوضح الشكل على اليمين النسبة بين أبعاد الفيروسات وأبعاد كل من البكتيريا و خلايا الجسم. يمثل الخط الأزرق فوق كل صورة مسافة 10 ميكرومترات (الميكرومتر يساوي واحداً على الألف من المليمتر). والفيروس صغير جداً لدرجة أنه بعد أن يتم تكبيره، فإنه سوف يبدو كنقطة صغيرة. ويعتبر فيروس شلل الأطفال من أصغر الفيروسات التي تم اكتشافها ويتطلب الأمر 16 مليوناً من هذه الفيروسات لتغطية المليمتر الواحد.

أما البكتيريا فإنها ضخمة جداً بالنسبة للفيروسات. وذلك لأن عدد البكتيريا التي تغطي المليمتر الواحد يتعدى الألف. وللمقارنة نرى هنا خلية دم حمراء وخلية دم بيضاء (التي هي واحدة من خلايا المناعة الشجاعة) وكلتاهما أكبر من البكتيريا بعشرات المرات.

## وكيف يستطيع هذا الفيروس الضئيل جداً أن يعيش؟

الحقيقة أن الفيروسات لا تعيش بالطريقة التي تعيش بها البكتيريا والأفيال والبشر. فالبكتيريا تحتوي على كل المكونات الصغيرة والكبيرة التي تحتاج إليها الخلية لكي تعيش وتنعم بالحياة. أما نحن فنعيش بفضل طبيعة الخلايا الحية التي نتكون منها. ولكن الفيروس يختلف تماماً عن الكائنات الحية، فهو يتكون من غطاء من البروتين بداخله بعض الجينات الفيروسية فقط. ولهذا فإن الفيروسات لا تستطيع أن تعيش إلا في خلية عائلته، لتهيمن وتسخر ما بها من أجهزة من أجل إنتاج ذرية كبيرة لكل فيروس.

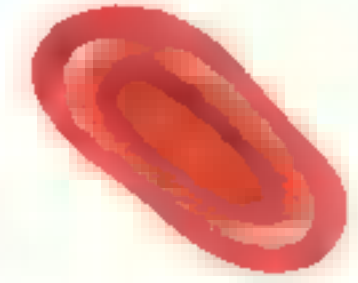
## وما هي الخلية العائلة؟

هي الخلية التي يغزوها الفيروس. وبالطبع قد أجبرت هذه الخلايا برغمها على استضافة الفيروس. وتتخصص الفيروسات في غزوها للخلايا. فبعضها تغزو خلايا الحيوانات بما فيهم الإنسان، وبعضها تغزو خلايا النبات وحتى البكتيريا. فمثلاً، يتخصص فيروس البرد في غزو الخلايا المخاطية التي توجد في الجهاز التنفسي في جسم الإنسان ولا يغزو غيرها من الخلايا.

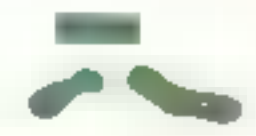
مسافة ١٠ ميكرومتر



خلية دم بيضاء



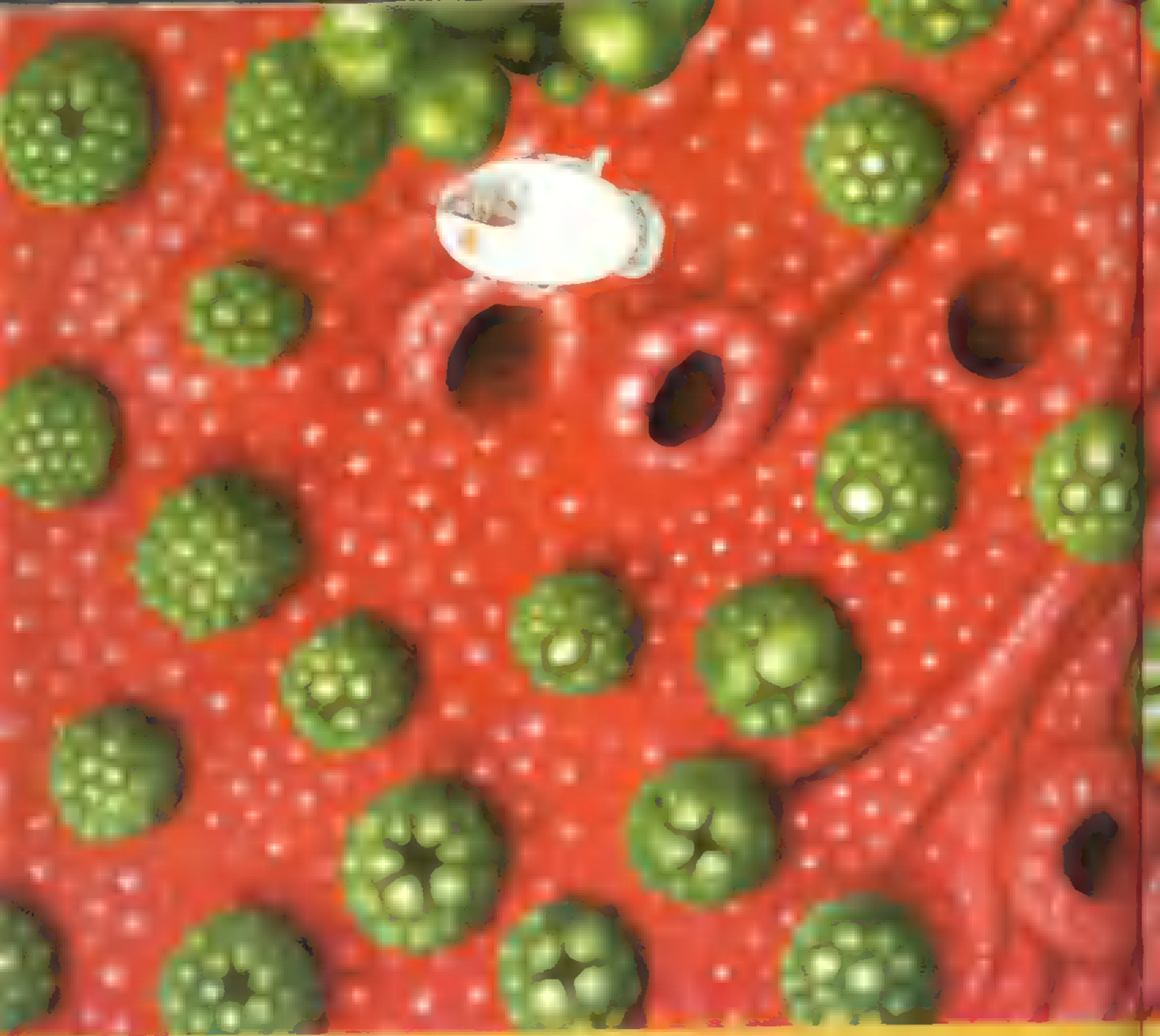
خلية دم حمراء



بكتيريا



فيروسات

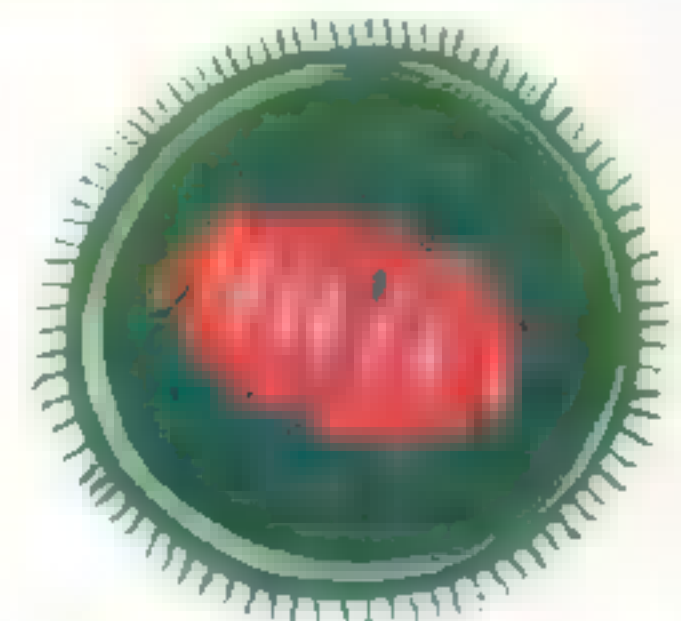


هذا هو غشاء خلية من خلايا جلد الشفاء التي تم غزوها  
بفيروسات الهربس *Herpes virus* وتسبب هذه العدوى  
في تكوين بثور يخرج منها العديد من الفيروسات.  
توجد أنواع كثيرة من الفيروسات ولكل منها شكل معين.  
ونرى هنا:

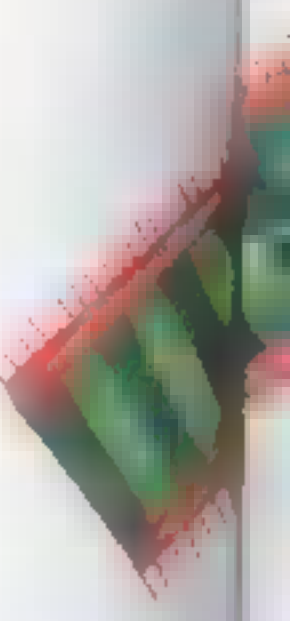
- 1 - فيروس مرض الكلب.
- 2 - فيروس الأنفلونزا
- 3 - فيروس شلل الأطفال



3



2



1

# الفيروس يغزو الخلية

يتولى غشاء الخلية حماية الخلية من العالم الخارجى . فهو لا يسمح إلا بمرور الأشياء المفيدة مثل المواد الغذائية والرسائل التى تأتى من خلايا أخرى . ويرجع الفضل فى هذا إلى أنواع متخصصة من البروتينات المتمركزة فى غشاء الخلية، والتى تعمل كحراس أمن . إذ تسمح بالمرور للمواد التى تتوافق فى شكلها مع شكل سطح هذه البروتينات، كما يتوافق المفتاح مع القفل . وعلى هذا الأساس، تلتصق الخلايا مع جيرانها من الخلايا بواسطة بروتينات على السطح، وينتج عن التصاق الخلايا أنسجة متماسكة متينة، مثل أنسجة الجلد والعضلات و الأنسجة المخاطية.

## وكيف إذن يتسلل الفيروس إلى داخل الخلية؟

يحدث هذا لأن الفيروس يكون عنده المفتاح الصحيح . فتلتصق بروتينات على سطح الفيروس (وكانها المفاتيح) مع بروتينات حراس الأمن ( و كأنها الأقفال) على سطح الخلية وينتج عنها انقلاب جزء الغشاء الملتصق فيه الفيروس إلى داخل الخلية. وبالطبع لا يقصد بروتين حارس البوابة أن يسمح للفيروس بالدخول . ولكن يتصادف أن الفيروس لديه البروتينات التى تفتح بروتينات حراس البوابة (الأقفال) على سطح الخلية فيستخدمها الفيروس الماكر، ويتحایل ويتسلل إلى داخل الخلية.

## ولماذا نصاب بالبرد فى الأنف والحلق فقط؟

تحتوى أغشية الخلايا المختلفة على بروتينات لها أشكال الأقفال المختلفة . ويحتوى غشاء فيروس البرد على بروتينات لها أشكال المفاتيح التى تناسب الأقفال فى خلايا الأنف والحلق فقط، ولا تناسب الأقفال فى الخلايا الأخرى . ولهذا يغزو فيروس البرد خلايا الأنف والحلق فقط . وبالطبع تحتوى فيروسات أخرى على مفاتيح مختلفة تستطيع أن تفتح بها خلايا أخرى ، مما يجعل الفيروسات المختلفة تسبب أمراضا مختلفة.

وبمجرد أن يعثر الفيروس على الخلية المناسبة له، فإنه يلتصق بها ثم يدخلها . وهذه هى الخطوة الأولى فى العدوى . وبدخول جينات الفيروس إلى الخلية يبدأ العد التنازلى لانتهاء حياة الخلية . فجينات الفيروس من الآن فصاعدا تتولى زمام الأمور



وتسخر كل أنشطة الخلية من أجل بناء فيروسات جديدة. وبسرعة هائلة ، تخرج أجيال الفيروسات الجديدة من الخلية المحتضرة وتمهرع الفيروسات الأبناء إلى خلايا أخرى لتغزوها.



بعد أيام قليلة تندفع العديد من الفيروسات الجديدة إلى خارج الخلية.

# الفيروس

## هل يحدث تغييرات فى الخلية؟

### هل تحتوى الفيروسات والخلايا العائلة على نفس الجينات؟

بالطبع لا، ولكن الجينات كلها تتكون من نفس وحدات البناء. هيا بنا نلقى نظرة على طريقة عمل الجينات.

توجد الجينات فى خلايا الجسم داخل علب تسمى الكروموسومات وفى معظم الكائنات الحية بما فيها الإنسان توجد الكروموسومات فى نواة الخلية. وهى تتكون من مادة خيطية رفيعة جدا تسمى الحمض النووى المزدوج (دنا) (DNA, deoxyribonucleic acid) يحاط به بروتينات للحماية. ويتكون هذا الحمض من سلسلتين متقابلتين من وحدات البناء ملتفتين بعضهما حول بعض بشكل حلزوني، وعندما ينفك هذا الجبل نجد (الدنا) وكأنه مثل السلم، ودرجات السلم وحدات بناء تسمى بالنيوكليوتيدات (nucleotides). وتوجد أربعة أنواع من النيوكليوتيدات مرتبة بطريقة خاصة على سلم (الدنا). ولهذا فإن كل المعلومات الخاصة بإنتاج البروتينات تكون مخزونة فى ترتيب النيوكليوتيدات على سلاسل (الدنا). فالجينات هى تلك الأجزاء من (الدنا) التى تحتوى على وصفات لصنع البروتينات. مثلاً، تتلقى الخلية المخاطية التعليمات من الجينات فيها، ثم تنفذ هذه التعليمات حتى تتعلم كيف تصنع بروتيناتها.

أما الفيروس فإنه لا يحتوى على نواة، ولذلك فإن (الدنا) الخاص به يوجد ملفوفاً بطريقة «غير منتظمة» مثل خيوط المكرونة الإسباجيتى. وإذا استطعنا أن نفك سلاسل (الدنا) الفيروسى، فسنجده يشبه من ناحية التركيب (الدنا) الموجود فى خلايانا مثل سلم حلزوني. وذلك لأن (الدنا) فى البشر والفيروسات يتكون من نفس الأنواع من وحدات البناء التى تسمى النيوكليوتيدات.

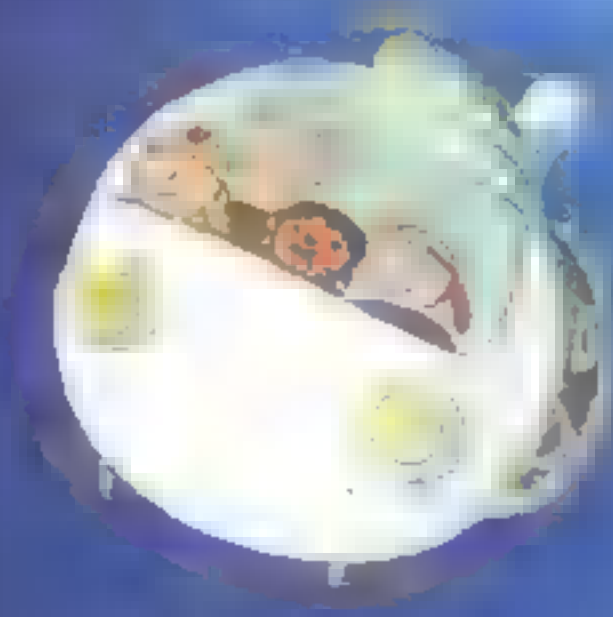
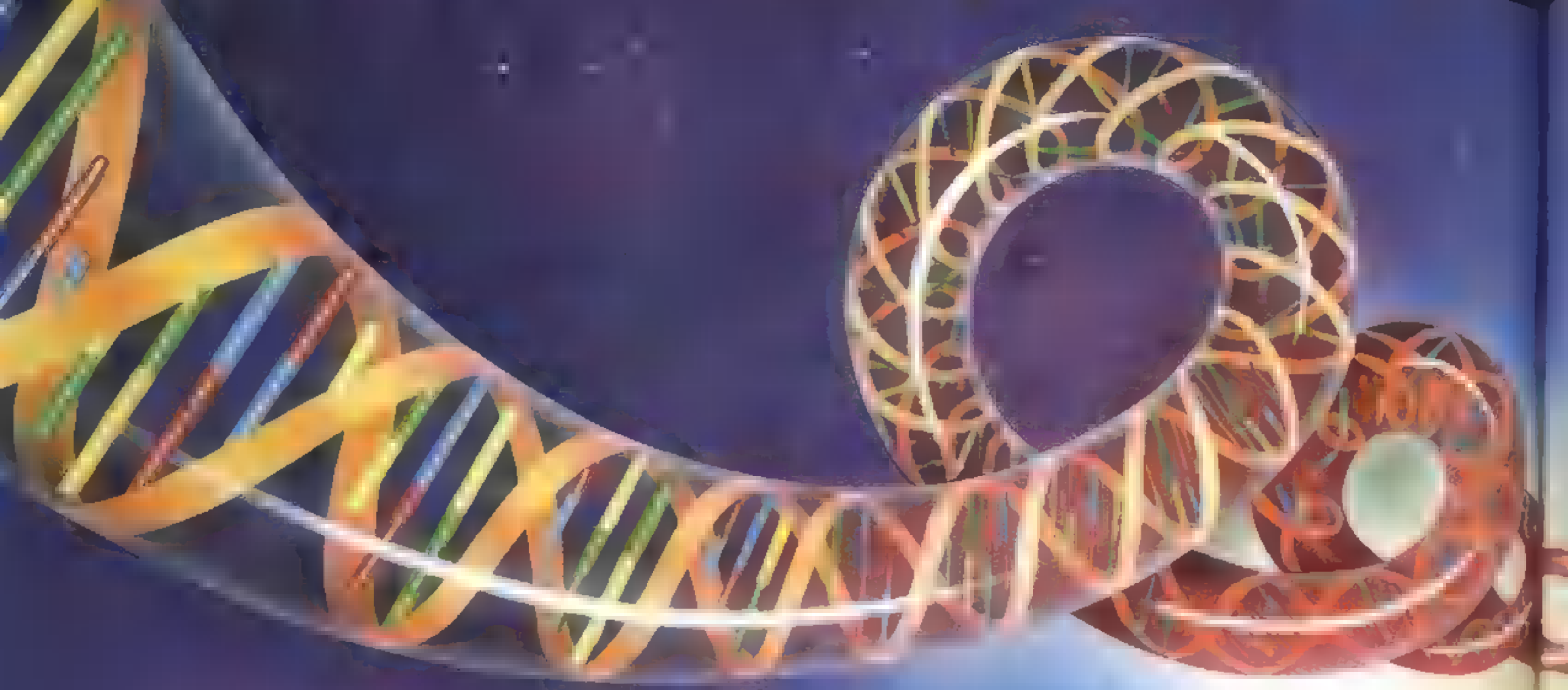
ويمكن الاختلاف بين (الدنا) الفيروسى و(دنا) الإنسان فى كيفية ترتيب النيوكليوتيدات على السلسلة. فترتيب النيوكليوتيدات على سلسلة (الدنا) الفيروسى يختلف عن ترتيبها على سلسلة (الدنا) فى الإنسان. ولذا يحتوى الفيروس على جينات مختلفة تعطى وصفات وتعليمات لصنع بروتينات مختلفة. وبمجرد أن تدخل جينات الفيروس إلى الخلية العائلة، فإنها تصاب بالعدوى. ويعنى هذا أن تبدأ الخلية فى تنفيذ الأوامر التى تملئها عليها جينات الفيروس. وهى أن تكرر الخلية بقية حياتها لإنتاج المزيد والمزيد من الفيروسات الجديدة.

### ما الأمراض التى تسببها الفيروسات؟

تسبب الفيروسات أمراضاً مثل البرد والأنفلونزا والحصبة. وأيضا الأمراض الخطيرة مثل شلل الأطفال والجدرى ومرض الكلب. ولكن بعض الفيروسات لا تسبب لنا الأمراض بعد غزوها للخلايا مباشرة. فهذه الفيروسات الخبيثة تنتظر اللحظة التى يكون فيها جهاز المناعة مشغولاً ومنهمكاً فى حروب فى مواقع أخرى من الجسم حتى تتكاثر وتدمر الخلايا بدون أن تواجه أى مقاومة. وهناك فيروسات حاملة يحملها بعض الناس مدى الحياة بدون أن تسبب أضراراً كثيرة للجسم مثل فيروسات الهربس التى تسبب بثوراً على الشفاه. كما أن هناك بعض الفيروسات التى تحافظ



نرى أمامنا خلية جسم وفيروساً.  
كل يحتوى على جينات مخزنة فى  
سلاسل الدنا.



على حياة الخلية العائلة وتجعلها تتكاثر لتعطى المزيد من الخلايا العائلة لتنتقل إليها الأجيال الجديدة من الفيروسات وتسكن فيها. وجدير بالذكر أن معظم الفيروسات لا تسبب أضراراً للإنسان. فهناك نوع من الفيروسات يصيب الخلايا المخاطية في القنطرة. ولكنه لا يعدينا لو تعرضنا له. وبالمثل فإن الفيروسات التي تعدى جذور نبات الجزر ليست ضارة لنا ولا للقنطرة بعكس فيروسات البرد لا تضر الإنسان فقط ولكنها تضر أيضا البط والخنزير مثلا. وذلك لأن فيروس البرد يحتوى على بروتينات المفاتيح المناسبة لبروتينات الأقفال على أسطح خلايا الخنزير والبط والإنسان.

نرى أمامنا فيروسا و(الدنا) الخاص به.

# البكتيريا والفطريات وغيرها من الأشرار

تختلف البكتيريا عن الفيروسات. فهي كائنات حية تماما مثل الحيوانات والنباتات ولكنها تتكون من خلية واحدة فقط. وتلعب البكتيريا دوراً مهماً في الطبيعة فهي مسئولة عن تحلل الحيوانات والنباتات الميتة إلى مواد بسيطة تساعد على خصوبة الأرض. كما أن معظم أنواع البكتيريا التي تعيش في الفم والأنف والأمعاء غير ضارة، بل إن بعضها مثل بكتيريا الأمعاء تساعدنا في هضم الطعام. هل تتخيلون أن وزن البكتيريا التي تعيش في الأمعاء قد يصل إلى نصف كيلو جرام. ولكن هناك أنواعاً أخرى ضارة من البكتيريا وهي التي تسبب لنا الأمراض..

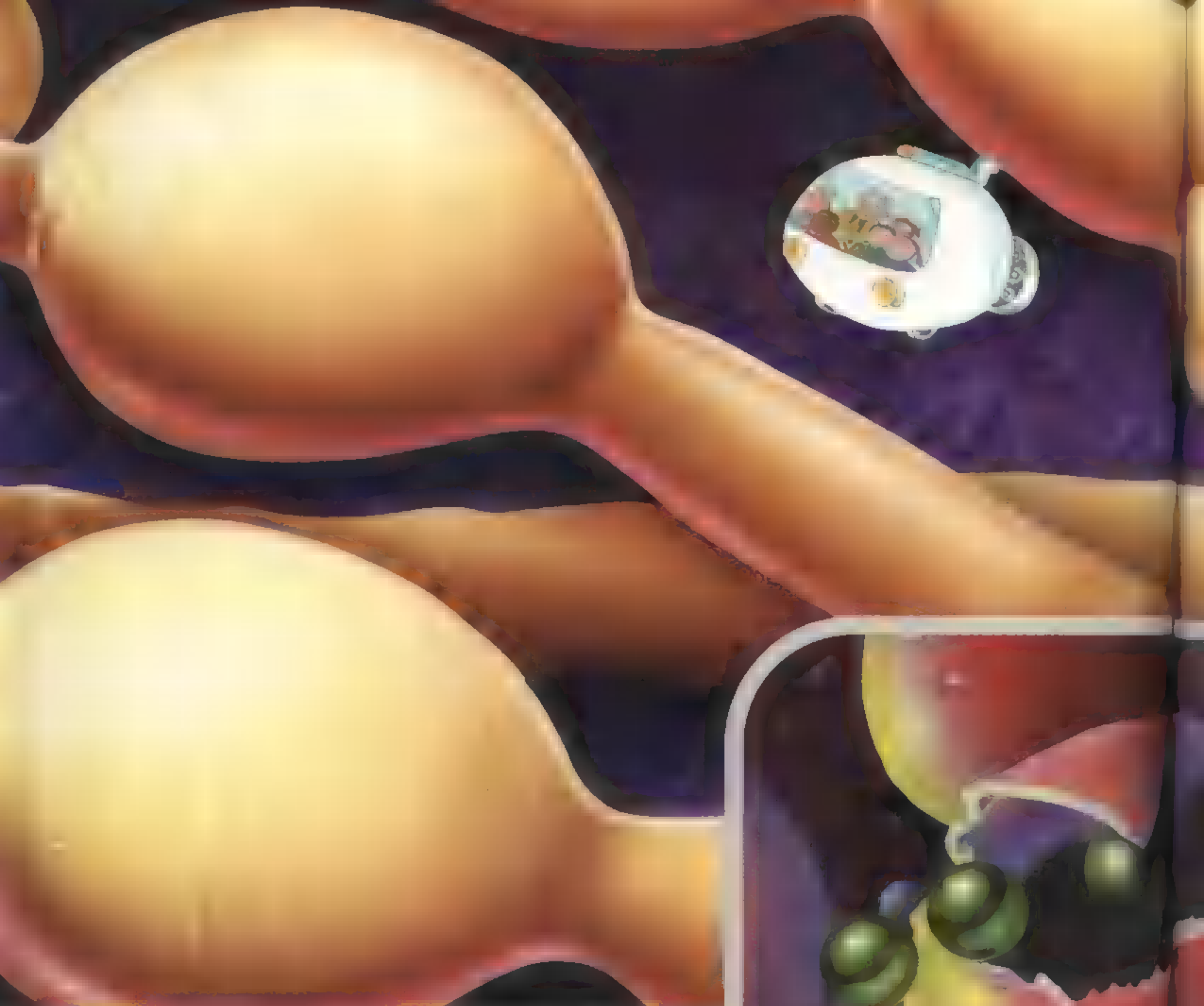
## وكيف تسبب البكتيريا الأمراض؟

البكتيريا شأنها شأن سائر الكائنات الحية تحصل على المواد الغذائية من البيئة المحيطة بها لتستخدمها في توليد الطاقة وفي عمليات البناء. وينتج من هذه العمليات الكثير من الفضلات التي قد تكون سامة أو مدمرة للجسم. ومثال ذلك البكتيريا المسببة لتسوس الأسنان. فهي تتغذى على السكر وتنتج فضلات حمضية تسبب تحلل طبقة المينا التي تغطي الأسنان. وبذلك تؤدي إلى التسوس.

وتسبب البكتيريا لنا الأمراض بطرق مختلفة. فبعضها يهزم خلايا الجسم ويأكلها. والبعض الآخر يمنع الخلايا من القيام بوظائفها بالطريقة الصحيحة. وعلى سبيل المثال، تفرز بكتيريا الكوليرا سموماً تجعل خلايا الأمعاء تفقد الماء، مما يسبب مرض الإسهال الشديد الذي يمكن أن يؤدي إلى الموت. كما تسبب البكتيريا بعض الأمراض العامة مثل عدوى الأذن وآلام المعدة، وحتى الدمامل.

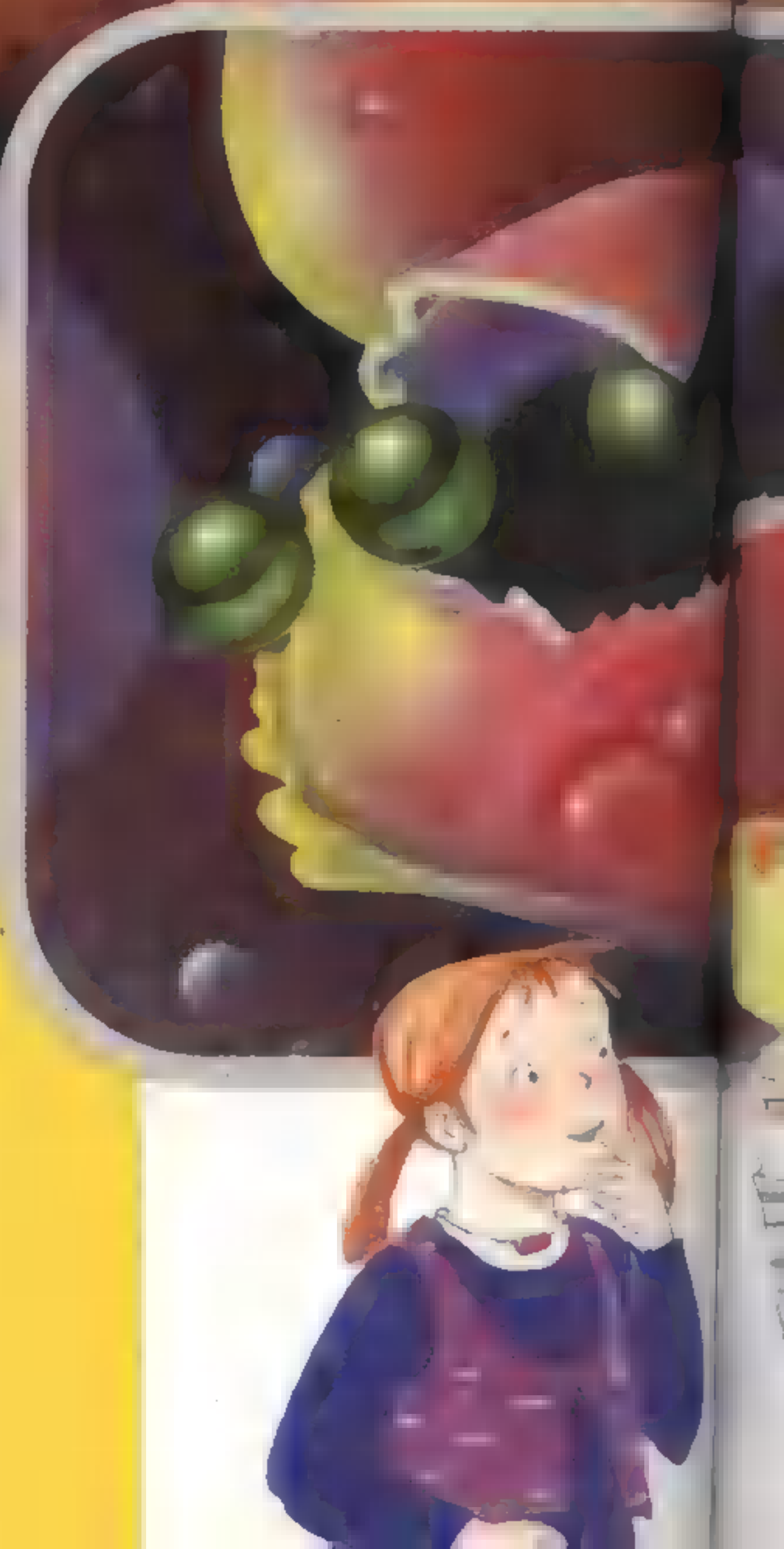
## وما درجة خطورة خلية واحدة من البكتيريا؟

إن خطورة خلية واحدة من البكتيريا تكمن في أنه لو وضعت هذه الخلية في بيئة تتوافر فيها الغذاء، فإنها تتكاثر بسرعة عجيبة. ولسوء الحظ فإن الجسم يحتوي على كميات هائلة من الغذاء تساعد البكتيريا على التكاثر السريع. وبإمكان بعض أنواع البكتيريا أن تنقسم كل 20 دقيقة مما ينتج عنه إنتاج الملايين بل البلايين من البكتيريا في خلال ساعتين. ولذا فإن خلية واحدة من البكتيريا تعتبر خطيرة لأنها تستطيع أن تنقسم وتتكاثر.



الفطريات هي نوع آخر من الميكروبات. ولا نقصد بالطبع الفطريات التي تنمو في الغابات. ولكننا نركز على الفطريات الضارة بالإنسان والتي تسبب له الأمراض في القدم والرئة والأمعاء. نحن على وشك أن نمر خلال مستعمرة من الفطريات.

أما الطفيليات فهي من الكائنات الحية المؤذية للإنسان والتي لها أشكال وأنواع متعددة مثل الديدان وميكروب الملاريا. وتشترك هذه الطفيليات في أنها تتخذ من جسم الإنسان مسكناً لها وتعيش على المواد الغذائية فيه. هل ترى خلية الدم الحمراء هذه؟ إنها على وشك أن تنفجر بسبب جراثيم الملاريا.



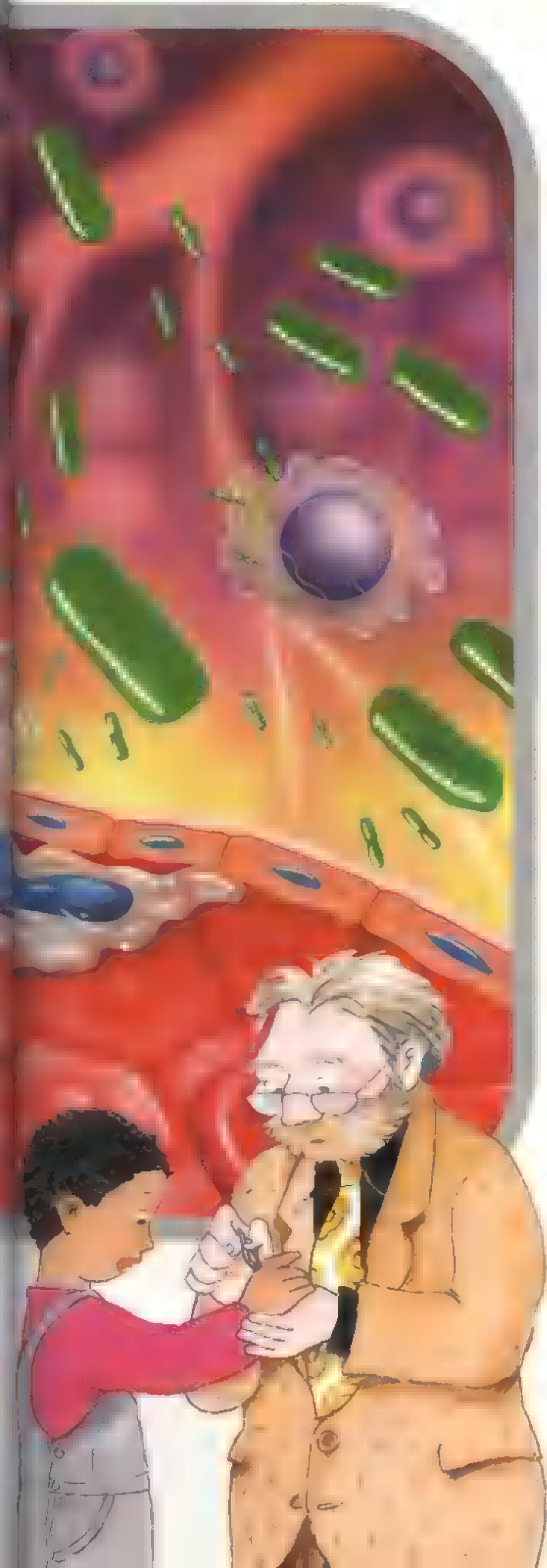
# خذوا حذرکم .... الغزاة قادمون!

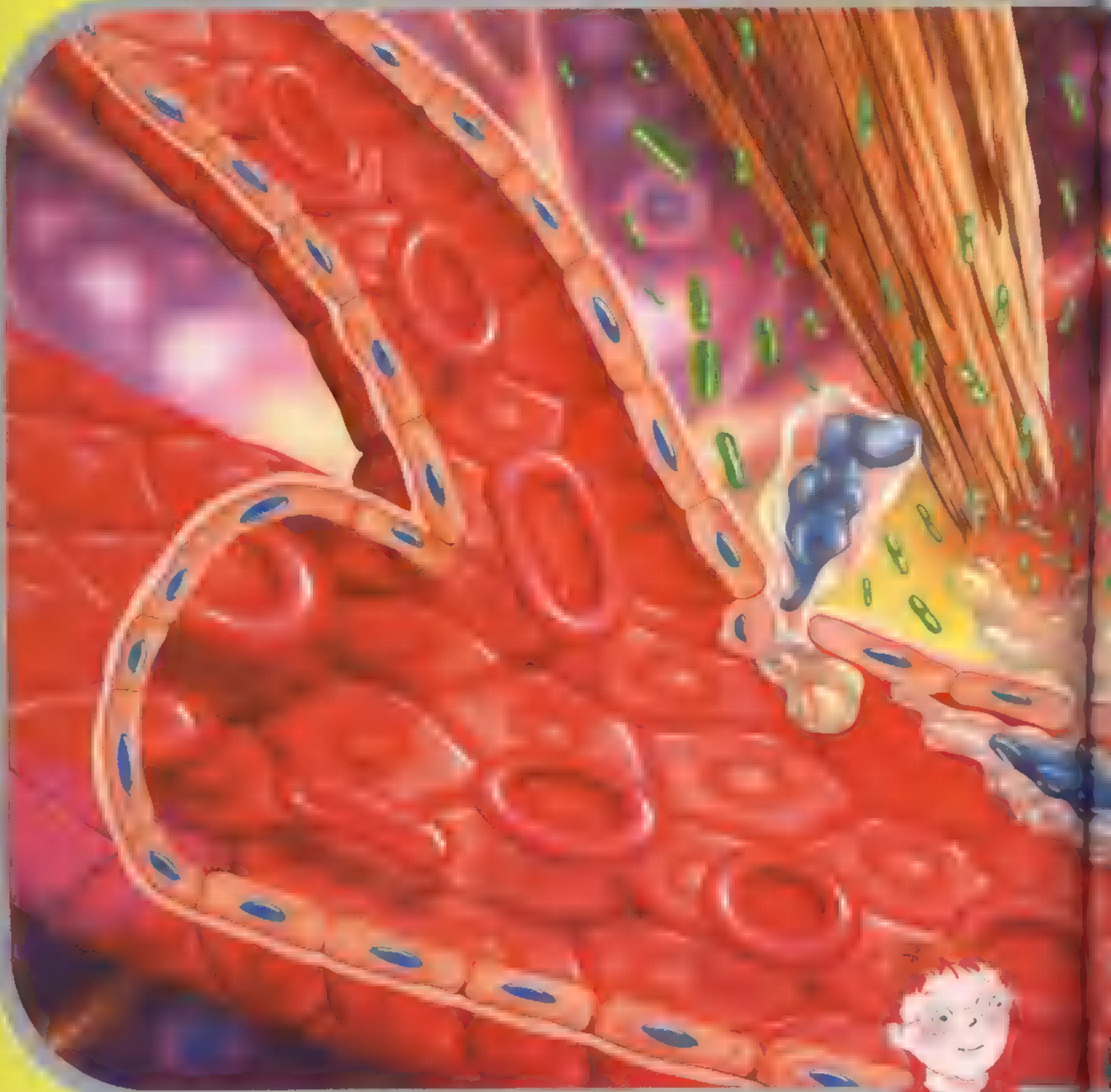
معظم الميكروبات الموجودة خارج الجسم لا تسبب لنا أضراراً. ففيروسات البرد والبكتيريا الملتصقة بالجلد الخارجي ليس لها أي حيلة. وتصبح هذه الميكروبات ضارة فقط عندما تدخل إلى الجسم. ويعتبر الطعام وبخاصة اللحم من وسائل المواصلات المفضلة التي تستقلها بعض الميكروبات لتدخل بها إلى الجسم. ويعتبر الأمر أكثر سهولة بالنسبة لفيروس البرد الذي يدخل إلى الجسم عن طريق الهواء الذي نتنفسه أو عن طريق وضع أصابعنا في الفم أو الأنف.

وتدخل بعض الميكروبات الأخرى إلى مجرى الدم مباشرة في حالة حدوث أي جرح في الجلد ويعتبر الجرح في هذه الحالة وكأنه باب قد انفتح على مصراعيه، فتهرع الميكروبات الغازية إليه لتدخل إلى مجرى الدم وتسبح فيه حتى تعثر على المسكن المفضل لها في أي موقع من الجسم.

أترون هذه الشظية؟ لقد حطمت خط الدفاع الأول في الجسم (الجلد). ويتمزق الجلد هرع البكتيريا الخضراء إلى الداخل فأعلن الجسم حالة الطوارئ. إن حرباً على وشك أن تندلع. فهيا بنا لنرى أحداثها المثيرة.

فور دخول البكتيريا إلى الجسم تسرع الخلايا المصابة بإعلان حالة الطوارئ، وذلك بإرسال رسائل كيميائية إلى خلايا الأوعية الدموية. فتستجيب هذه الخلايا للرسائل القادمة وتقوم بتوسيع الأوعية الدموية حتى تندفع كمية أكبر من الدم إلى منطقة الإصابة. وبعد ذلك يتغير لون الجلد إلى الأحمر ويصبح أكثر دفئاً لأن الدم القادم من داخل الجسم يكون دافئاً. كما أن الفواصل بين خلايا الأوعية الدموية تتسع حتى تتدفق السوائل من الدم إلى المنطقة المصابة مما يؤدي إلى تورمها. وفي الوقت نفسه تقوم الرسائل الكيميائية (الإنذارات) باستدعاء الخلايا الآكلة الكبيرة وخلايا الدفاع الأخرى لتسبح في الدم وتتجه إلى منطقة الإصابة.





كما تجعل هذه الرسائل خلايا الأوعية الدموية أكثر لزوجة حتى تصطاد الخلايا الدفاعية التي تسبح في الدم وتوجهها إلى منطقة الخلايا المصابة. وتستجيب الخلايا الدفاعية وتحشر نفسها في الفجوات الصغيرة الموجودة بين خلايا الأوعية الدموية وبذلك تخرج من الدم إلى الأنسجة المصابة. وهناك يبدأ العمل الجاد. فتبدأ الخلايا الآكلة في ابتلاع الميكروبات والخلايا المصابة حتى يتم تنظيف ساحة المعركة.



# خلايا الدفاع

## تحارب ببسالة

يوجد في جسم كل واحد منا أكثر من مليون مليون (تريليون) خلية دفاعية، وهو عدد يفوق عدد سكان الأرض بمئات المرات. هذه هي خلايا الدم البيضاء التي يتم صنعها في نخاع العظم والغدة الصغرية (غدة صغيرة صماء بالقرب من قاعدة العنق). وعادة ما تسبح خلايا الدم البيضاء في الدم واللمف (السائل الأبيض الذي ينساب في أوعية خاصة به في جميع أنحاء الجسم).

ويتكون جهاز المناعة من عدة أنواع من خلايا الدم البيضاء التي تم تصميمها خصيصا لتحارب الغزاة الغرباء عن الجسم.

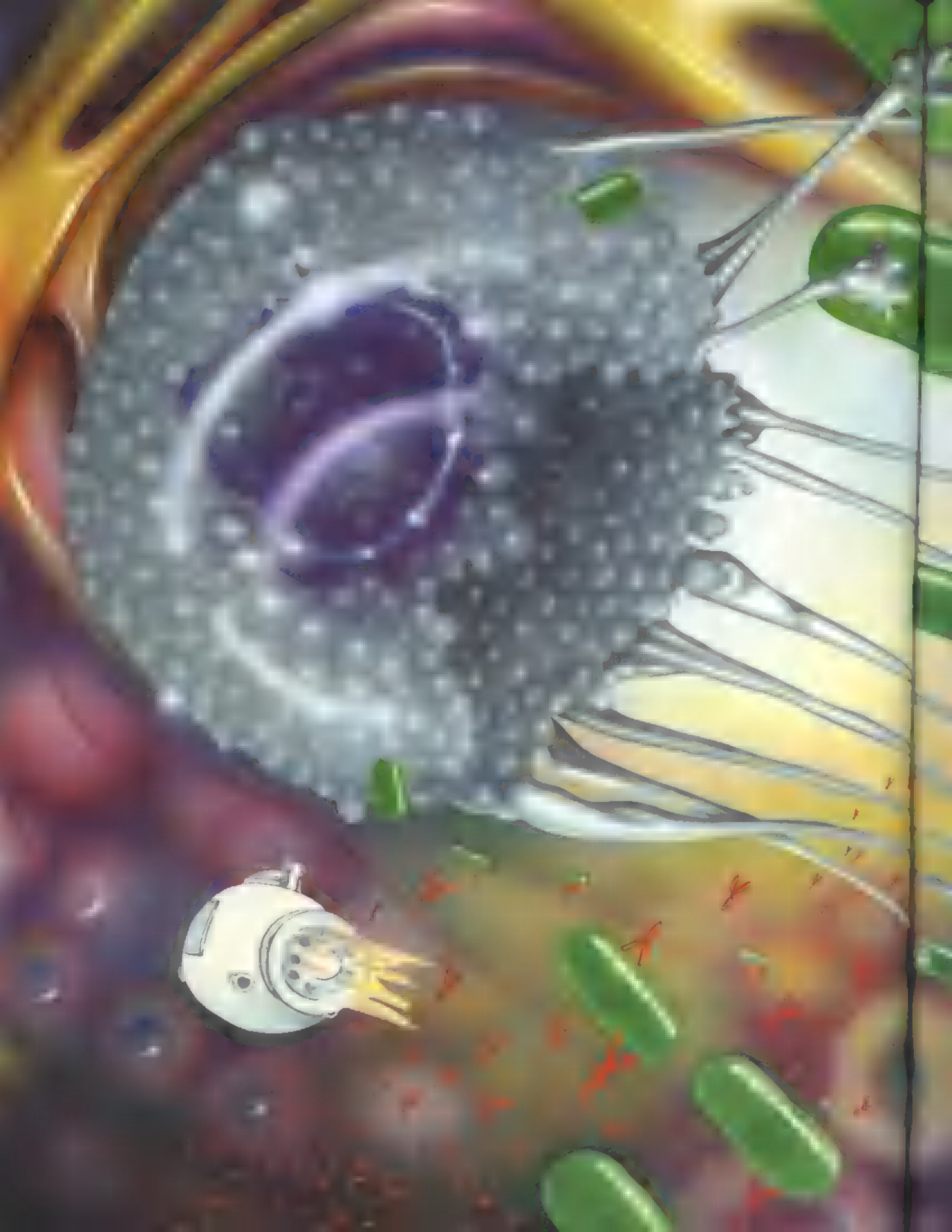
وأحد هذه الأنواع هي الخلايا الآكلة الصغيرة (granulocytes) وبالطبع تعرفون الصديد الذي يصاحب الجروح. هل يعرف أحدكم مم يتكون الصديد؟ خمنوا. نعم، هذا صحيح، إنه يتكون من الميكروبات التي قتلها الخلايا الآكلة. ومن خلايا الجسم الدفاعية التي استشهدت خلال المعركة.

كما يوجد نوع آخر يسمى الخلايا الآكلة الكبيرة (macrophages) وهي تطوف حول الجسم وتتجمع في المناطق المصابة بالميكروبات حتى تأكلها. ليس هذا فقط بل إنها تأكل الخلايا المصابة وخلايا الدم الحمراء المستهلكة.

### وكيف تلتهم الخلايا الآكلة البكتريا يا أستاذ؟

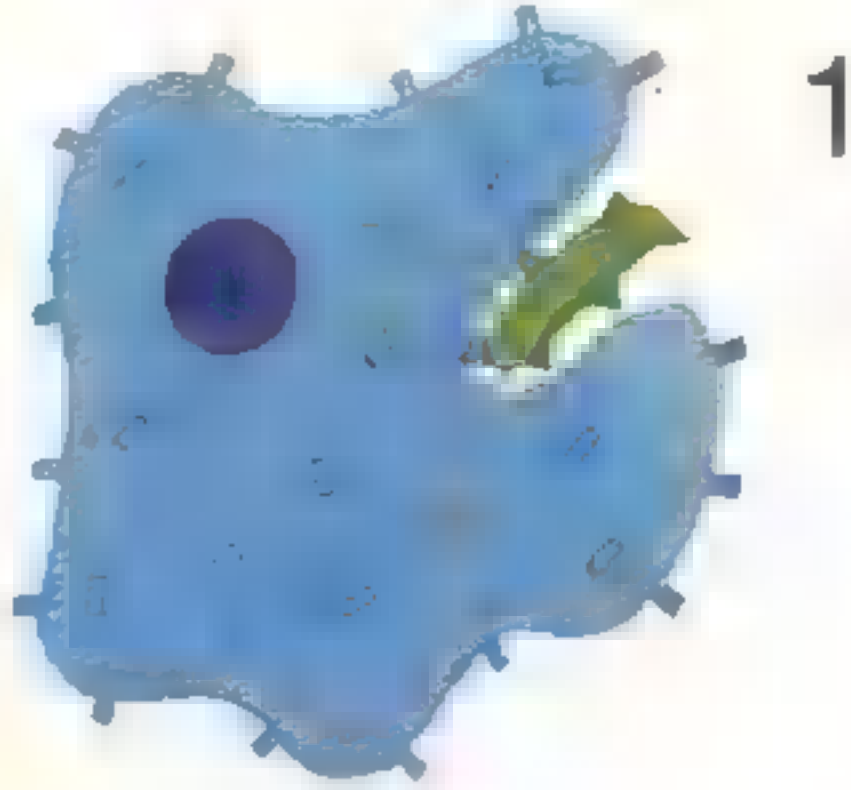
هيا معا لنشاهد هذه الخلية الآكلة وهي تقضى على تلك المجموعة من البكتريا. تتجه الخلية الآكلة إلى البكتريا وتمد إليها أطرافا مثل الأقدام المزيفة تلتصق بالبكتريا ثم تشدها إليها في ضمة قاتلة لتبتلعها. وفي داخل الخلية الآكلة يتم هضم البكتريا وتحليلها إلى أجزاء صغيرة.

كما تساهم الأجسام المضادة (الأجسام الحمراء) في المعركة. وهي أنواع من البروتينات التي تصنعها الخلايا الدفاعية. وتلتصق هذه الأجسام بالميكروبات الغازية ويؤدي هذا إلى زيادة شهية الخلايا الآكلة التي تعمل ما في وسعها لالتهام الغزاة المميزين بالأجسام المضادة.



# صديق أم عدو؟

نشرح فيما يلي كيفية التعاون بين الخلايا  
الدفاعية المختلفة لمحاربة البكتريا



1

1- نرى هنا خلية آكلة كبيرة وهي على وشك أن  
تبتلع واحدة من البكتريا (الخضراء). وتمثل  
المستطيلات داخل الخلية الآكلة وعلى سطحها  
بروتينات تحقيق الشخصية الخاصة بها. وتحتوى  
البكتريا على علامات تحقيق شخصية مختلفة تمثلها  
(بالمثلثات) على سطحها. وتعتبر هذه المواد غريبة  
على الجسم وتسمى «مولدات».



2

2- والآن بعد أن ابتلعت الخلية الآكلة البكتريا فإن  
بعضاً من البروتينات (المثلثات) الخاصة بالبكتريا  
قد ظهرت على سطح الخلية الآكلة بجوار بروتينات  
تحقيق الشخصية (المستطيلات).

تحارب الخلايا الآكلة الكبيرة والصغيرة بأقصى درجات البسالة  
والإخلاص، ولكنها لا تستطيع القضاء على جميع الميكروبات  
بمفردها. ذلك لأن الميكروبات تتكاثر بسرعة بحيث تصل إلى  
أعداد هائلة تسمح لبعضها بالهروب إلى مواقع أخرى من الجسم  
وتكوين عدوى جديدة هناك. بل إن بعض الميكروبات الماكرة  
تختبئ داخل الخلايا الحية نفسها حتى لا تنالها الخلايا الآكلة.  
ولهذا فإنه لا بد من وجود أنواع أخرى من المحاربين ومن  
الأسلحة تكون مجهزة ومدربة لمحاربة نفس الأنواع من  
الميكروبات التي تعدى الجسم ثم تقتفى أثرها إلى المواقع  
الجديدة. وتقوم بهذه المهمة الخلايا الدفاعية للمفاوية الثانية  
(T lymphocytes) (ت) (أحد أنواعها يسمى الخلايا القاتلة ت)  
والخلايا الدفاعية للمفاوية البائية (B lymphocytes) (ب)  
والأجسام المضادة. وأنواع من البروتينات تعمل مثل القنابل  
الكيميائية وتسمى البروتينات المتممة وتعتبر كل من الخلايا  
البائية والخلايا الثانية خلايا متخصصة لأن لها القدرة على  
التعرف على أشكال معينة من الميكروبات ثم مطاردتها إلى  
حيث تهرب ويتم تدميرها هناك.

ولكى تتخذ خلايا الدفاع المتخصصة أى قرار. فإنها تحتاج إلى  
أن تعرف بالتحديد أشكال الميكروبات التى غزت الجسم. حينئذ  
تقوم هذه الخلايا بإعداد نفسها والتكاثر لتكون جيوشاً عديدة  
استعداداً للحرب مع الميكروب المحدد الذى غزا الجسم.  
وبالطبع فإن هذا يتطلب بعض الوقت.

## وكيف تميز الخلايا الدفاعية بين الصديق والعدو؟

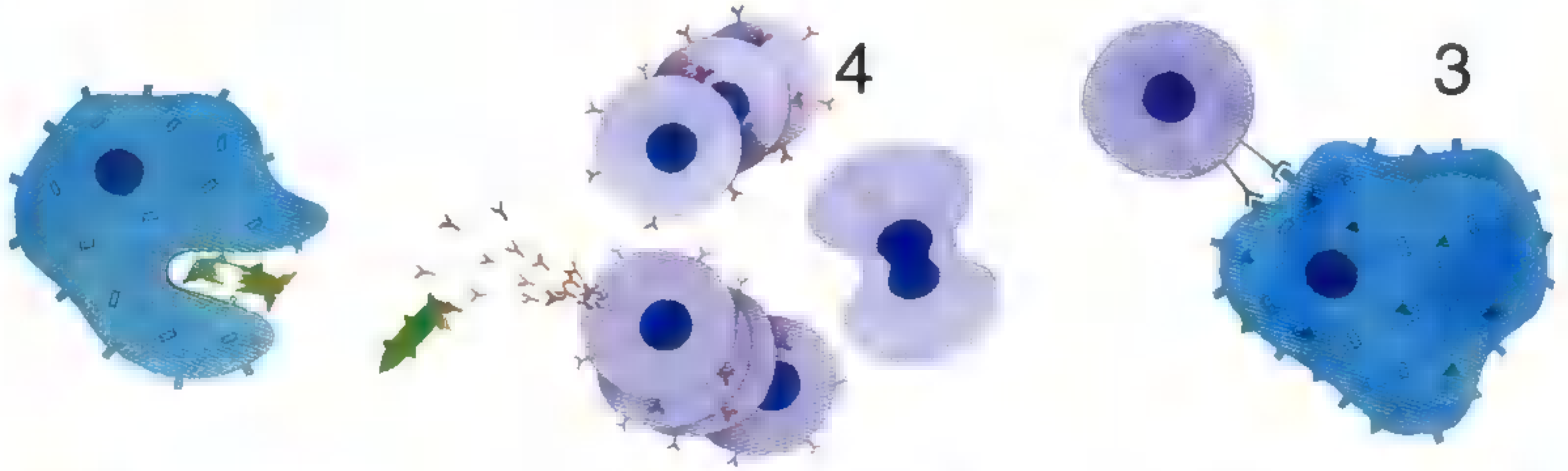
تحتوى جميع خلايا الجسم على علامات مميزة على سطحها  
تستخدم للتعرف عليها فى أى موقع من الجسم. ومن الممكن  
اعتبار هذه العلامات وكأنها مثل جواز السفر الذى يحتوى على  
صورة ضوئية للتحقق من شخصية صاحبه. فخلايا الجسم تحتوى  
على تشكيلة من بروتينات تحقيق الشخصية على سطحها بحيث  
تراها الخلايا الدفاعية وتحفظها لتتذكر دائماً أنها خلايا الجسم  
الصديقة وبالتالي تتركها تعيش فى سلام.

ولكن الأمر يختلف تماماً مع الميكروبات، فهي لا تحتوى على  
البروتينات التى تدل على أنها من الأصدقاء. بل إن البروتينات  
على سطحها تدل على أنها من المتطفلين الذين تجب محاربتهم  
كأعداء.

بالإضافة إلى قدرة جهاز المناعة في التعرف على البروتينات الغريبة على سطح الخلايا. فإن له القدرة أيضا على التعرف على كل المواد والأجسام الغريبة التي لا تنتمي للجسم. ويقوم بهذه المهمة ما يسمى «مولدات المضاد» antigens ولكل نوع من الأجسام الغريبة مولد المضاد الخاص به. فالبكتيريا المسببة للإسهال مثلا تحتوي على مولدات مضاد مختلفة عن مولدات المضاد الخاصة بفيروس البرد أو البكتيريا المسببة للدمل.

### وما مولد المضاد يا أستاذ؟

هي كل مادة يعتبرها الجسم غريبة عنه ولهذا فإنه بمجرد دخولها إلى الجسم يتم إنتاج أجسام مضادة لها حتى يتم التخلص منها. هيا بنا نلقى نظرة على هذه الأحداث.



3- والآن تأتي خلية دفاع متخصصة تسمى الخلية البائية (ب) وتكتشف أن الخلية الآكلة تحمل علامات غريبة عن الجسم تمثل بقايا البكتيريا التي هضمتها. وتتنبه الخلية (ب) وتعرف أن بكتيريا ذات نوع مميز (البكتيريا ذات البروتينات المثبتة) قد غزت الجسم.

4- وفي الحال، تبدأ الخلايا (ب) في الانقسام لتنتج أنواعا مختلفة من الخلايا الدفاعية مثل خلايا البلازما التي تبدأ في إنتاج الأجسام المضادة. كما تنتج نوعا يسمى خلايا الذاكرة (cells memory) وهي تضع في ذاكرتها شكل البكتيريا التي غزت الجسم حتى تقضى عليها إذا ما قابلتها في المستقبل. وبهذا تندفع حشود الأجسام المضادة وخلايا البلازما إلى مجرى الدم واللمف لتلتصق ببروتينات تحقيق الشخصية على سطح البكتيريا الحية.

وعندما يلتصق الجسم المضاد بسطح البكتيريا فإنه يكون مثل اللافتة التي تقول «هنا تكمن بكتيريا خطيرة» وبهذا تنتشر الأخبار وتهرع البروتينات المتممة (القنابل) لتلتصق بالبكتيريا وتفجرها. كما يساعد التصاق الجسم المضاد بالبكتيريا على زيادة كفاءة الخلايا الآكلة في التعرف على البكتيريا لتقضى عليها.

# الأجسام المضادة

## قذائف موجهة!



1

الأجسام المضادة هي نوع من البروتينات وتوجد منها أشكال كثيرة تسبح في الدم واللمف. ويتناسب شكل كل نوع من الأجسام المضادة مع شكل مولد المضاد الذي يناظره كما يتناسب المفتاح مع القفل. وعندما يقابل الجسم المضاد (المفتاح) بكتريا أو فيروسًا يحمل مولد المضاد (القفل) الخاص به فإن ذراعي الجسم المضاد كليهما تلتصقان بقوة بمولد المضاد على سطح البكتريا.

### لماذا لا يقوم الجسم بإعداد كمية أجسام مضادة كافية مقدما؟

جهاز المناعة لا يستطيع أن يتنبأ بأنواع الأمراض التي قد تهددنا غذا أو في السنة القادمة. كما أنه من المستحيل أن ينتج ويحتفظ باحتياطي مخزون مكون من بلايين الأجسام المضادة لكل نوع ممكن أن نتخيله من الميكروبات الأعداء. ولهذا فجهاز المناعة يعمل على أساس الطلب والحاجة. فبعد أن تغزو الميكروبات الجسم يتعرف جهاز المناعة على نوع من الميكروبات ويحدد كيف يتعامل معه. وحينئذ فقط يستطيع الجهاز أن ينتج البلايين من الأجسام المضادة المفصلة بدقة لتناسب شكل هذا الميكروب نفسه.

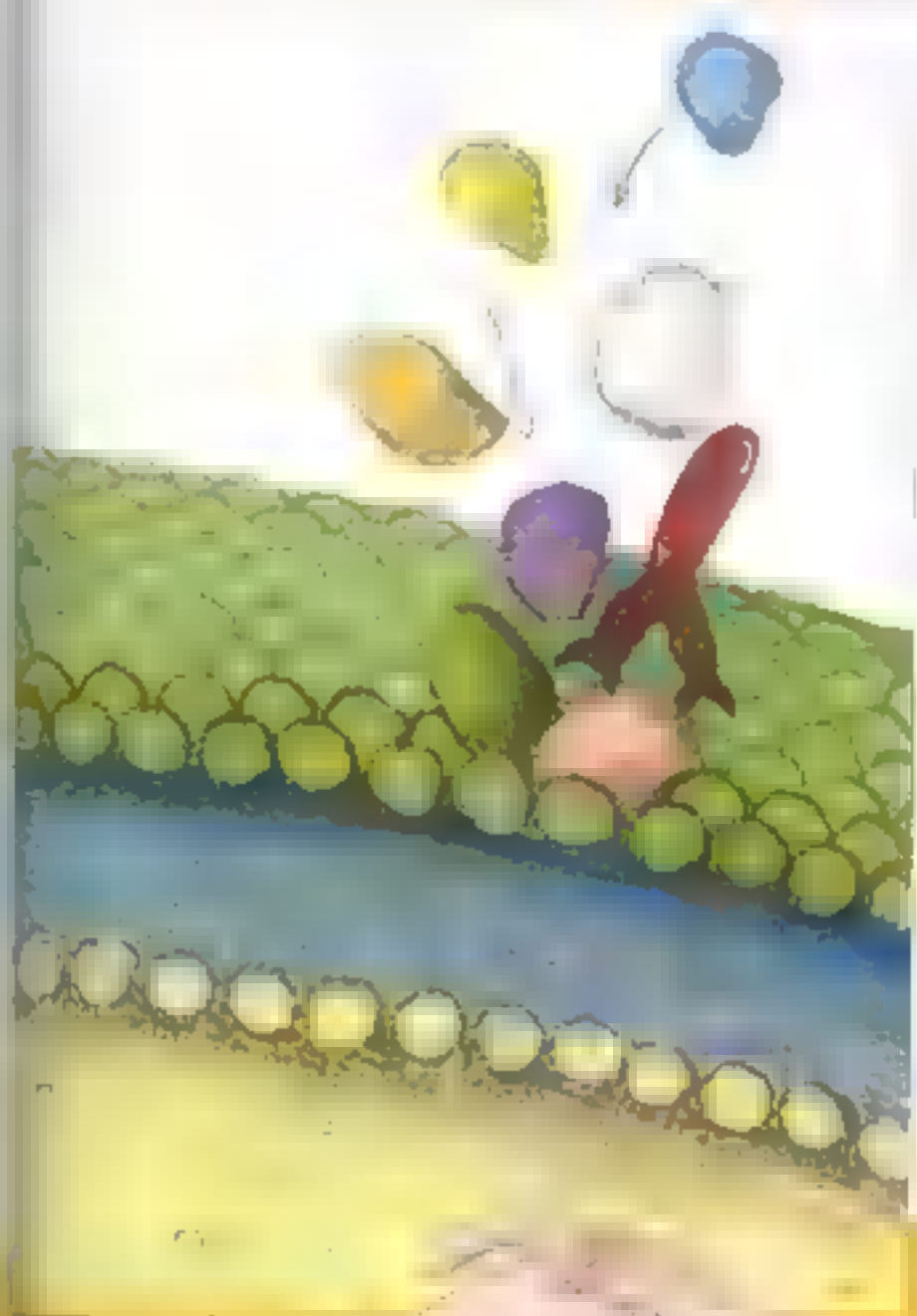
4

### كيف يعثر الجسم المضاد على مولد المضاد الخاص به؟

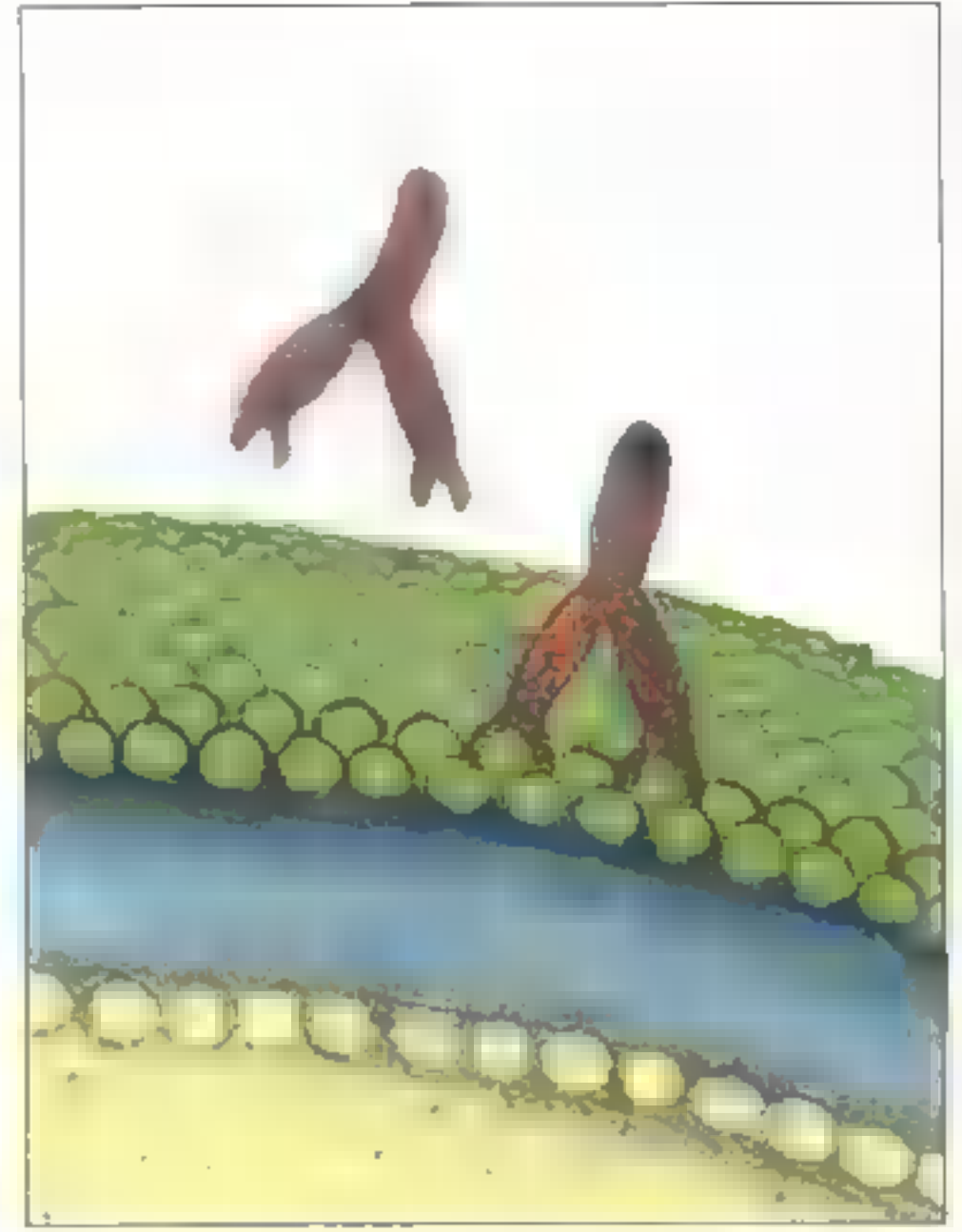
الأجسام المضادة لا تستطيع أن تتحرك من تلقاء نفسها. ولكنها تسبح مع الدم واللمف، وعاجلا أو آجلا تقابل الميكروب الذي يحتوي على مولد المضاد الخاص به فيلتصقان معا.

### ما وظيفة الأجسام المضادة بالضبط؟

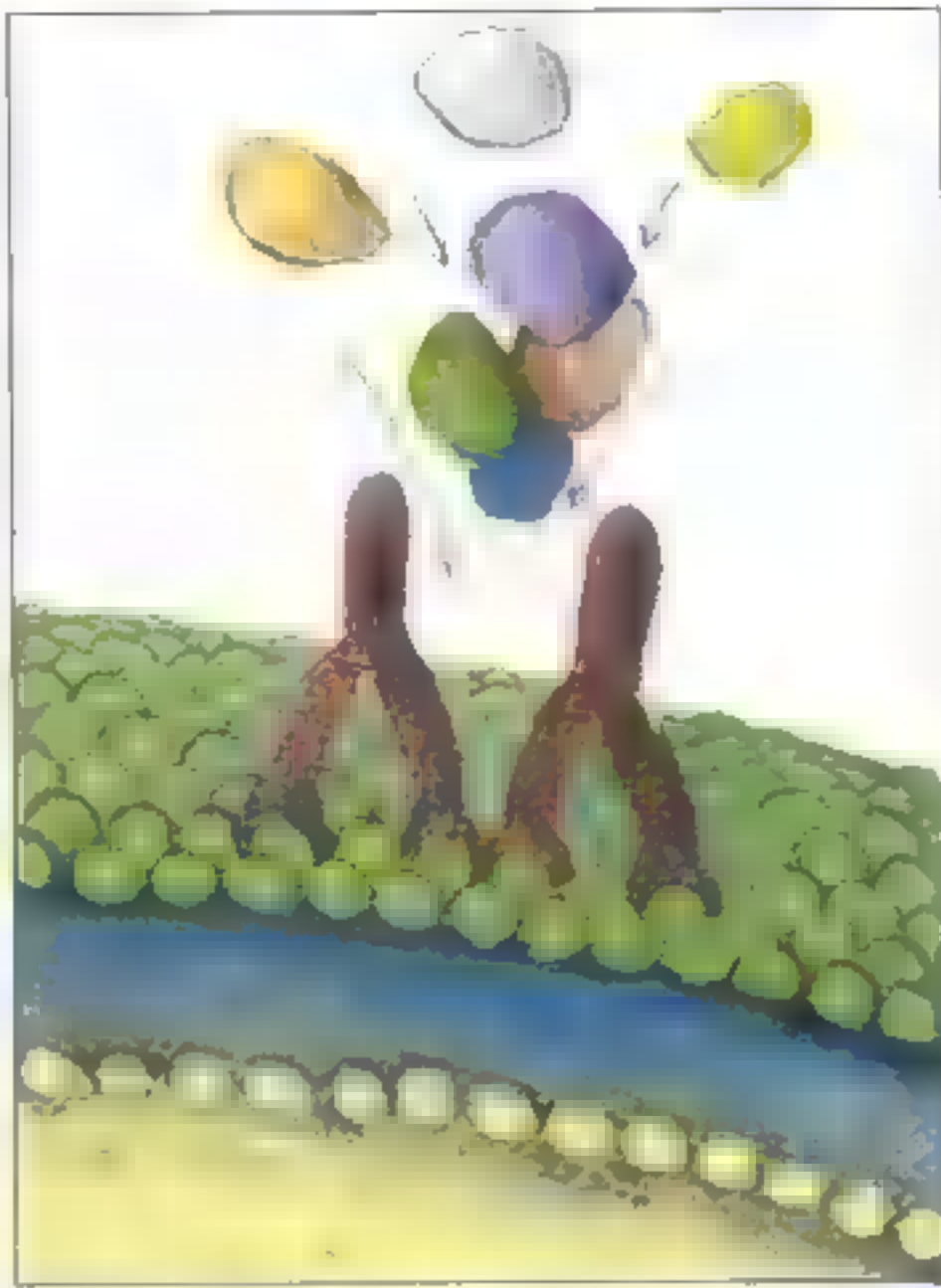
تساعد الأجسام المضادة الخلايا الدفاعية بطرق كثيرة. فعندما تلتصق هذه الأجسام على البكتريا فإنها تجعل مذاقها أكثر استساغة لخلايا الدفاع الأكلة. كما أن الأجسام المضادة تشل حركة الميكروبات وبذلك تمنعها من أداء عملها. وبعض الأجسام المضادة تميز البكتريا حتى تلتصق بها البروتينيات المتممة التي تعمل مثل القنابل وتفجر البكتريا.



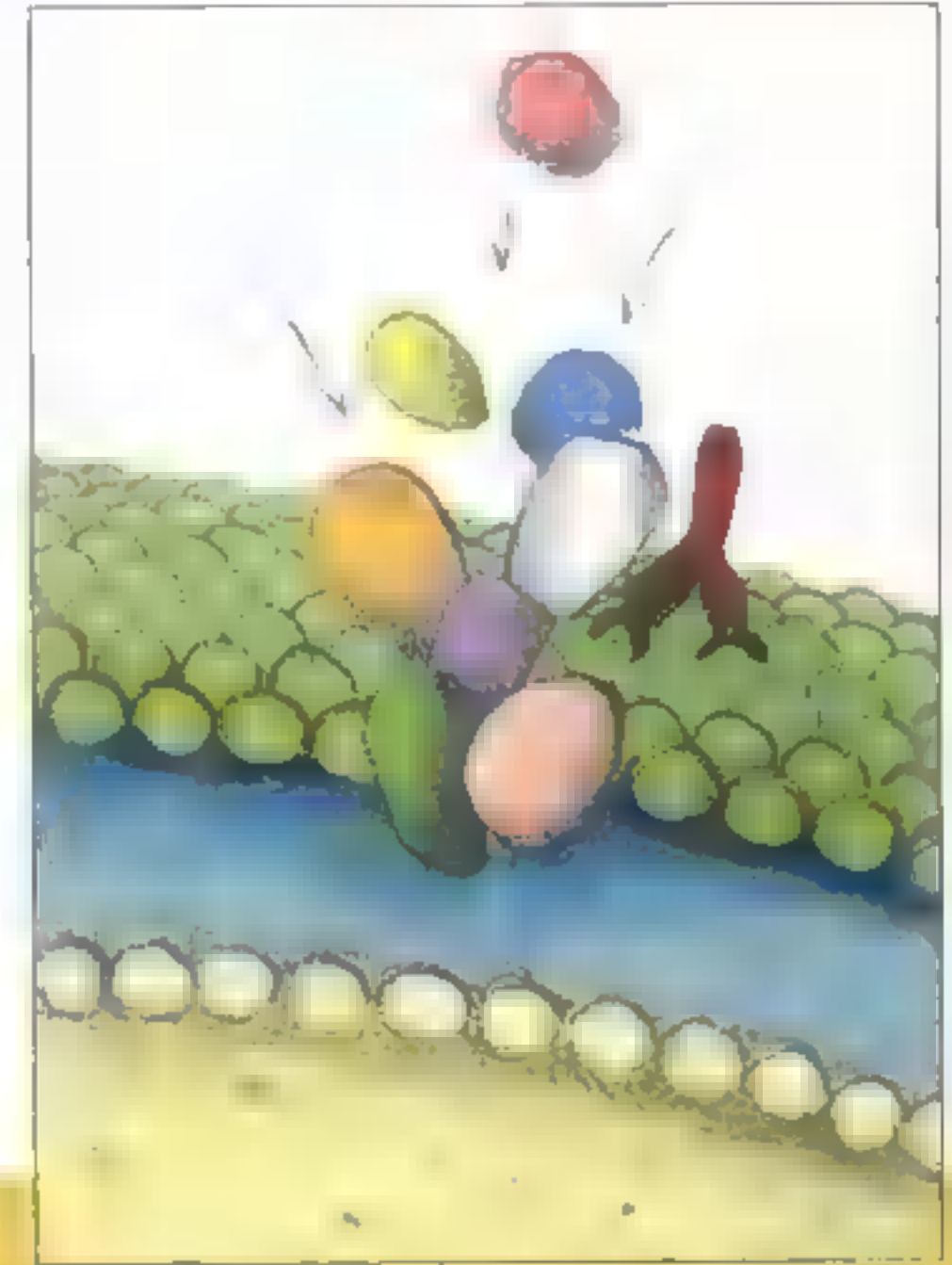
2



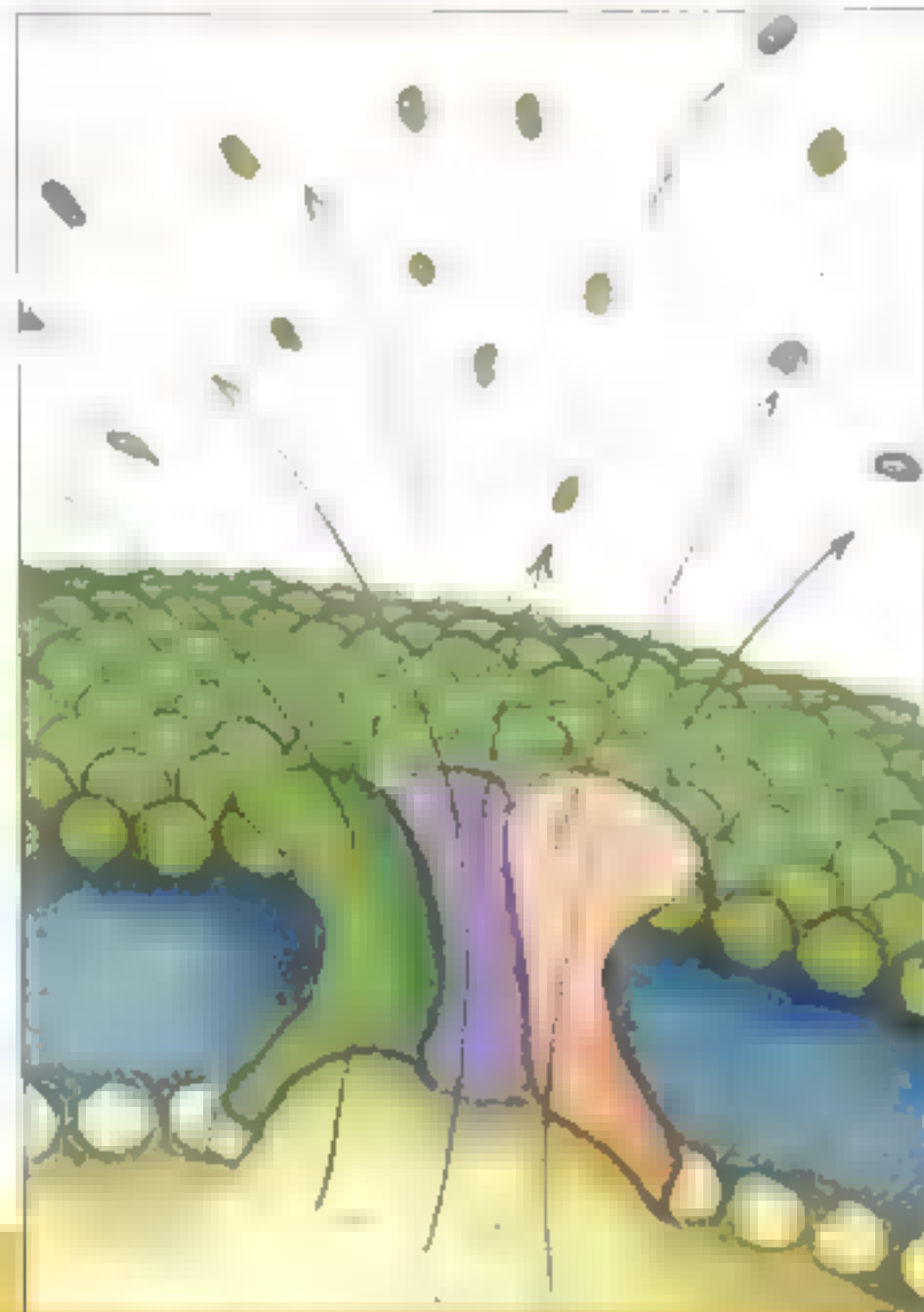
3



5



6



التعاون بين الأجسام المضادة  
والبروتينات المتممة:

1 - لقد عثر الجسم المضاد على  
خلية بكتريا.

2 - يلتصق الجسم المضاد بغشاء  
البكتريا.

3 - تتجمع البروتينات المتممة على  
الجسم المضاد الملتصق بالبكتريا.

4 - تستقر البروتينات المتممة على  
الموقع الذي التصق به الجسم  
المضاد.

5 - تبدأ البروتينات المتممة في  
تكوين ثقب في غشاء البكتريا.

6 - وأخيرا ، يتم تكوين الثقب  
وتبدأ محتويات خلية البكتريا في  
التسرب للخارج تاركة وراءها بقايا  
البكتريا الميتة.

### أمفرقعات وقنابل في الدم؟

هذا صحيح إلى حد ما. ف شبكة البروتينات المتممة ( القنابل ) تتكون من  
9 بروتينات ذات قدرات كبيرة. فهي تسبح في الدم بدون أن تحدث أي  
ضرر في أول الأمر، وعندما تقابل بكتريا مغطاة بالأجسام المضادة  
تقوم بالالتصاق بها الواحد بعد الآخر. وعندما تستقر البروتينات التسعة  
على سطح الخلية عندها فقط تبدأ المفرقعات في الانفجار. فهي تكون  
ثقوبا في الغشاء يؤدي إلى انفجار البكتريا وموتها. هل ترون يا أصدقائي  
كيف أن البروتينات المتممة تمثل سلاحا قويا وخطيرا! ولهذا لا يجب  
أن ينشط هذا السلاح ويعمل إلا على الخلايا الملتصق بها الجسم المضاد  
مثل البكتريا.



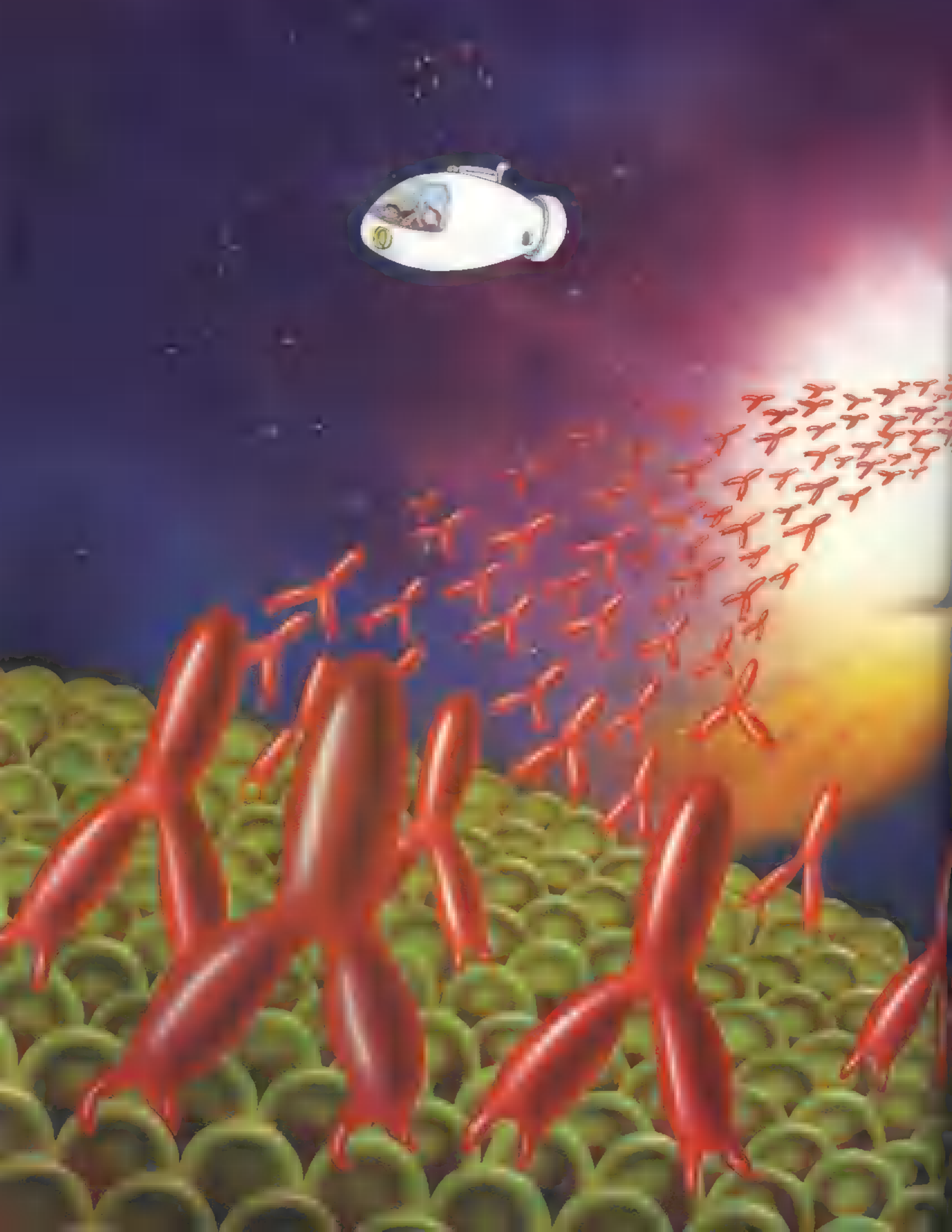
# الأجسام المضادة تواصل النضال

تنحدر جميع خلايا جهاز المناعة من نوع واحد من الخلايا في نخاع العظم وتتحول ذرية هذه الخلايا إلى الخلايا الآكلة الكبيرة والصغيرة وإلى الخلايا الدفاعية المتخصصة في محاربة ميكروبات ذات أشكال معينة. وأحد أنواع الخلايا المتخصصة هي الخلايا الليمفاوية البائية (خلايا ب) التي تنتج الأجسام المضادة.

## وكيف تعرف الخلايا البائية نوع الأجسام المضادة التي يجب عليها أن تنتجها؟

إن عدد الأشكال المختلفة من خلايا (ب) يفوق التصور وينتج كل شكل نوعاً واحداً من الأجسام المضادة. وتسبح عينات من هذه الأشكال المختلفة لخلايا (ب) في الدم واللمف بصفة مستمرة بحثاً عن مولد المضاد المطلوب والخاص بها. وإذا حدثت ووجدت عينة من خلايا (ب) مولد المضاد الخاص بها فإنها تبدأ في التكاثر لتكوين المزيد من الخلايا التي تنتج بضعة بلايين من الأجسام المضادة القادرة على التعرف والارتباط بنفس شكل مولد المضاد هذا.

وعندما تبتلع خلية آكلة كبيرة خلية بكتيريا فإنها تحللها ثم ترسل مولدات المضاد إلى سطحها لتستقر هناك. وأثناء تجوالها، تعرض الخلية الآكلة مولدات المضاد (الخاصة بالبكتيريا) على جميع أنواع الخلايا (ب) في الدم على أمل أن تعثر على شكل أو نوع الخلايا (ب) الذي يتناسب مع شكل مولد المضاد هذا. وتمر معظم أنواع الخلايا (ب) بدون أن تبدى أى اهتمام بمولد المضاد هذا حتى يأتى نوع الخلايا المنتظر فيلتصق بمولد المضاد ويتعرف عليه. ثم يبدأ هذا النوع من الخلايا (ب) في الانقسام ويستمر الانقسام جيلاً بعد جيل. وبهذا تصبح هذه الخلايا خلايا بلازما هدفها الوحيد إنتاج كميات هائلة من الأجسام المضادة. هل تصدق أن كل خلية بلازما تنتج (30) جسمًا مضادًا في الثانية الواحدة! ولهذا فإنه في خلال فترة قصيرة يتم إنتاج البلايين من الأجسام المضادة الجديدة المصممة على مقاس مولد المضاد هذا. وتندفع هذه الأجسام المضادة للبحث عن مولدات المضاد والالتصاق بأسطح الميكروبات.



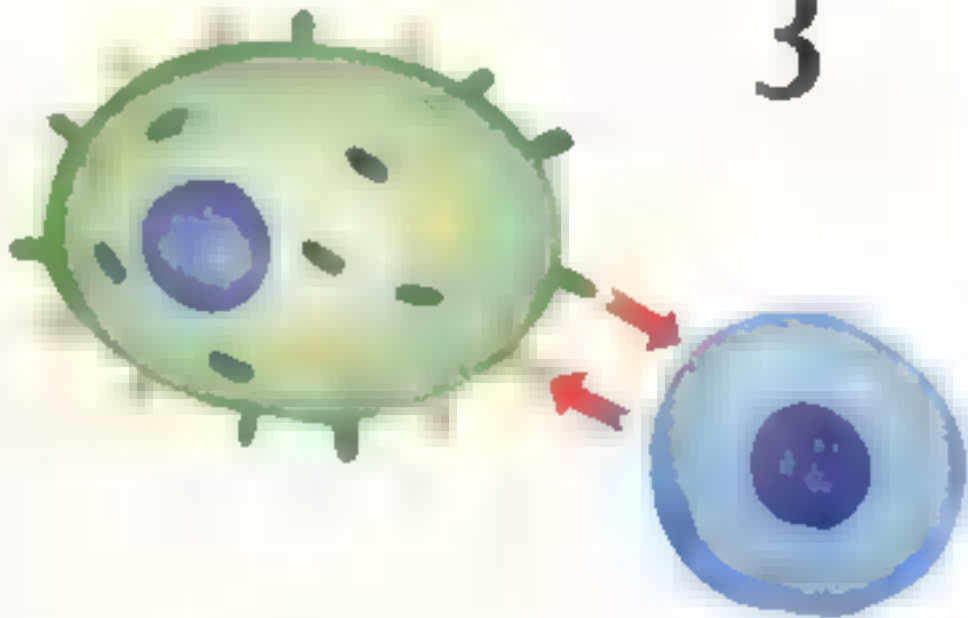
# هجوم خلايا الدفاع التائية القاتلة



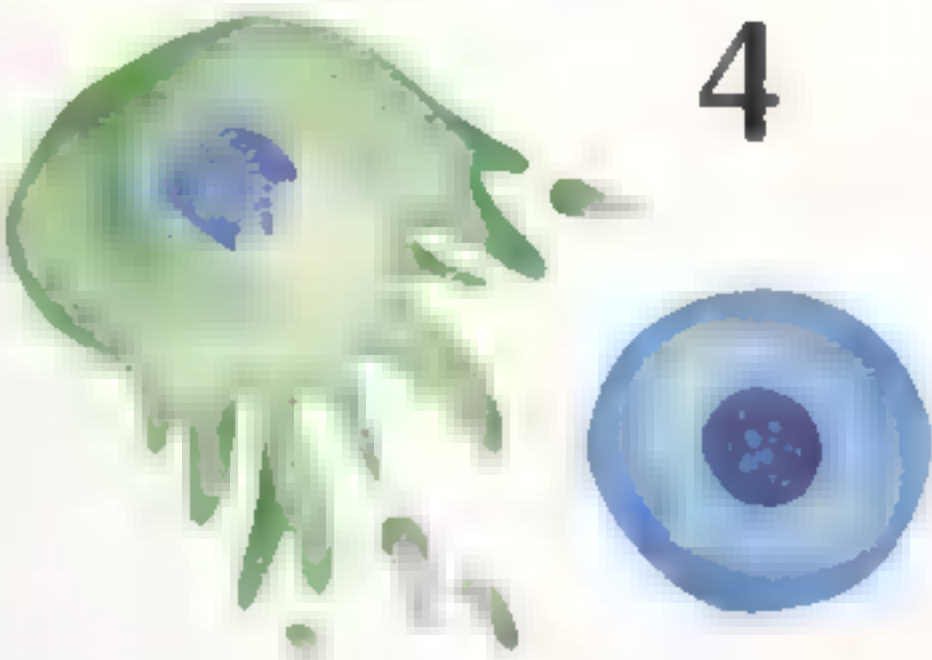
1



2



3



4

إن العثور على الفيروسات ليست بالعملية السهلة كما هو الحال مع البكتيريا. فالفيروسات تستخدم حيلة بسيطة تحميها من الأجسام المضادة، وهي الاختباء داخل خلايا الجسم نفسها. وإزاء هذا فكل ما تستطيع أن تفعله خلايا المناعة هو أن تمنع الفيروس من التكاثر داخل الخلية وذلك بحرمانه من مصدر حياته بأن تقتل الخلية العائلة. هذه هي الوظيفة التي تقوم بها خلايا (ت) القاتلة. فهي تبحث عن الخلية المصابة بالفيروس ثم تدمرها وبهذا تدمر ما بها من فيروسات. فهي تضطر إلى قتل الخلية المصابة لتقتل الفيروسات بداخلها وبذلك تحمي الخلايا المجاورة من عدوى الفيروس.

## ومن أين تأتي الخلايا التائية القاتلة ؟

هي نوع من خلايا الدم البيضاء. وحرف الـ T ينظر حرف الـ T الذي يرمز إلى أول حرف من كلمة thymus وهي الاسم الإنجليزي للغدة الصغرية التي تنتج الخلايا القاتلة (ت). وفي هذه الغدة يتم إنتاج واختبار عينات من آلاف الطرز المختلفة من الخلايا القاتلة. فبعض أنواع الخلايا القاتلة التي تنتج بها أخطاء تصيبها بالجنون فتهاجم خلايا الجسم السليمة. ولهذا فإنه يجب تدمير هذه الخلايا المجنونة في الحال وعدم السماح بخروجها للدم. أما الأنواع التي تتخصص في مهاجمة مولدات المضاد الخاصة بالفيروسات فإنها ترسل إلى مجرى الدم واللمف حيث يبحث كل نوع عن الخلايا المعدية بفيروس معين. وعند العثور عليها يبدأ هذا النوع من الخلايا القاتلة في التكاثر لينتج المزيد من أشكاله بحيث إنه في خلال أيام قليلة يتم إنتاج أعداد مهولة منه. وتندفع هذه الحشود المهولة من الخلايا القاتلة إلى مجرى الدم واللمف لتدمير كل الخلايا المعدية بهذا النوع من الفيروسات.

طريقة الخلايا القاتلة في التخلص من الخلايا المعدية بالفيروسات:

1 - الخلية الكبيرة التي نراها تمثل خلية جلد على الأنف. وتظهر على سطحها بروتينات تحقيق الشخصية (الخضراء اللون) وهي توضح لخلايا الدفاع أنها ليست خلايا غريبة وتنتمي إلى الجسم. ثم يأتي فيروس البرد الصغير (الشكل الأصفر المستدير) الذي يحتوي على بروتينات تحقيق الشخصية ( الزوائد الحادة الصفراء) الخاصة به والتي تمثل بروتينات غريبة عن الجسم ثم يغزو الخلية.

2 - بعد غزو الخلية بالفيروس تصبح في حالة سيئة ولكنها قبل أن تموت ترسل أجزاء من الفيروس (مولدات المضاد الفيروسية) إلى غشائها لتعرضها هناك (الأشكال الصفراء الحادة). وبهذا فكأنها تصرخ وتقول "انتبه يا خلايا (ت) القاتلة فلقد أصبت بعدوى الفيروس وأطلب منك أن تدمريني سريعا قبل أن أنتج فيروسات جديدة".

3 - وهنا تهرع الخلايا القاتلة، فهي مدربة على التعرف على خلايا الجسم التي تعرض على سطحها بروتينات تحقيق الشخصية الخاصة بها (الجسيمات الخضراء) وأيضا بروتينات مولدات المضاد الفيروسية (الجسيمات الصفراء). فتلتصق الخلية القاتلة عن طريق بروتين مستقبل على سطحها (الأحمر) بالخلية المصابة. فيرتبط المستقبل بجزأين على الخلية المصابة: الجزء الأول هو مولد المضاد الفيروسي (الأصفر) والجزء الثاني هو بروتين تحقيق الشخصية الخاص بالخلية (الأخضر). وبعد هذا الارتباط فإن الخلية القاتلة تعرف شيئين: الأول أن هذه الخلية هي خلية من الجسم وليست غريبة (من الارتباط بالبروتينات الخضراء) الثاني أن خلية الجسم هذه تحتوي على فيروسات (من الارتباط بالبروتينات الصفراء). تقوم الخلية القاتلة (ت) بحقن سمومها داخل الخلية المعدية فينتج عن ذلك تدمير الخلية والفيروسات بداخلها. ثم تسبح الخلية القاتلة (ت) بعد ذلك لتبحث عن خلايا أخرى مصابة بهذا الفيروس لتدمرها.



# الإحساس بالمرض

عندما تغزو الميكروبات الجسم فإنها تتكاثر بطريقة سريعة جداً. وفي الوقت نفسه تبدأ خلايا جهاز المناعة في إنتاج أعداد هائلة من الأجسام المضادة ومن الخلايا القاتلة المصممة على مقاس الميكروب الغازي. وتستغرق هذه العملية بعض الوقت. وخلال فترة الإعداد هذه نشعر بالمرض ونعاني منه.

ولدهشتنا نجد أن الميكروبات ليست هي السبب في أعراض المرض مثل الحمى والشعور بالضعف. إنه جهاز المناعة الذي يقوم بهذا. فهو يرسل مواد تأمر الجسم بأن يشعر بالضعف والمرض وكأنه يقول: اذهب واسترح على السرير! لا ترهق بدنك! لا تستنفد طاقة جسمك لأن خلايا المناعة تحتاج بشدة إلى هذه الطاقة.

## ولماذا نصاب بالحمى؟

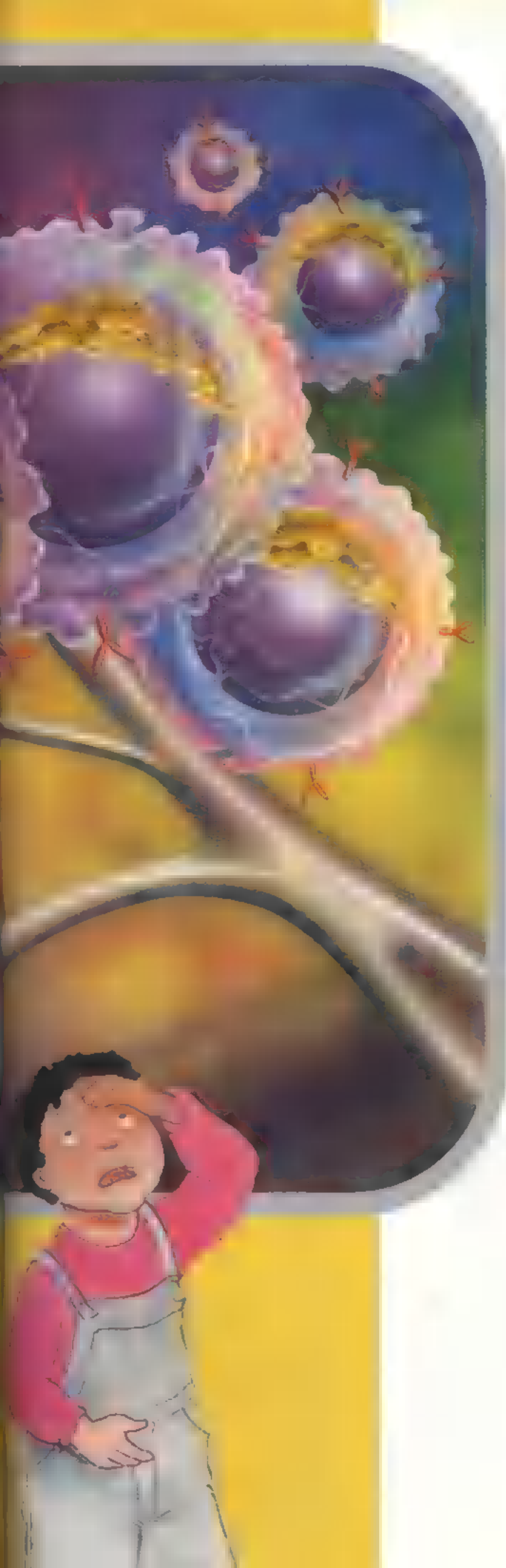
تعتبر الإصابة بالحمى من الوسائل التي تساعد على شفاء الجسم. فالحمى تزيد من عملية إنتاج الأجسام المضادة وتنشط تكاثر الخلايا التائية القاتلة. وتستغرق الخلايا القاتلة أياماً قليلة للقيام بعملها وتدمير كل الميكروبات. وبعدها بالطبع نشعر بالتحسن في صحتنا من جديد.

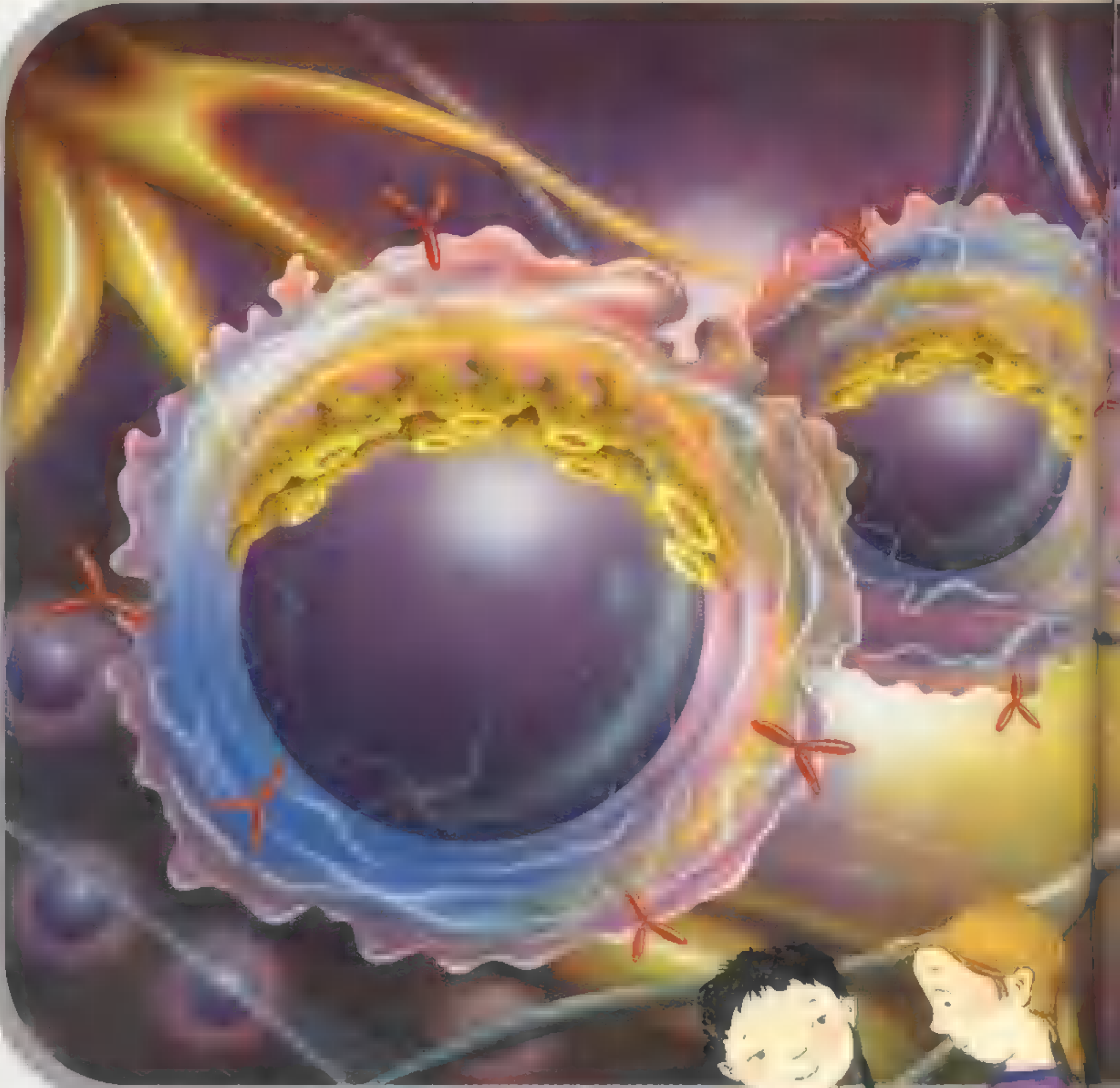
وكما رأينا فإنها مهمة صعبة أن يتم التعرف على الميكروب الغازي أولاً ثم أن يتم بناء وإنتاج الأسلحة من الألف إلى الياء للتخلص من هذا الميكروب بعينه. فهذه العملية تستغرق وقتاً طويلاً وجهداً كبيراً. ولكن هناك طريقاً مختصراً.

## لماذا نصاب بالحصبة مرة واحدة في حياتنا يا أستاذ؟

بعد أن تنتهي خلايا المناعة من محاربة ميكروب معين مثل فيروس الحصبة، فإنه يتم إنتاج كمية كبيرة من نوع من أنواع الخلايا الدفاعية تسمى خلايا الذاكرة. فهذه الخلايا تحفظ في ذاكرتها شكل فيروس الحصبة جيداً، وتنتج كميات هائلة من الأجسام المضادة المصممة خصيصاً لهذا الفيروس لاستخدامها في المستقبل. وإذا عاد فيروس الحصبة تقوم خلايا الذاكرة بالتعرف على الفيروس مرة أخرى وعلى الفور تعد له مزيداً من الأجسام المضادة. ويؤدي هذا الهجوم المبكر من قبل الأجسام المضادة وخلايا الذاكرة إلى الإطاحة بالميكروب الغازي حتى قبل أن يبدأ في التكاثر.

وإذا كنت قد أصبت بالحصبة من قبل فإنه من غير المحتمل أن تصاب بها مرة أخرى حتى لو ذهبت لزيارة صديق مصاب بها. فخلايا الدفاع في جسمك تعرف الآن كيف تحارب فيروس الحصبة جيداً. ونقول حينئذ إن عندك مناعة.





انظروا جيدًا إلى خلايا الذاكرة التي أمامنا. إنها خلايا الدم البيضاء التي تتذكر الجراثيم التي سببت لنا العدوى من قبل.

### ولماذا نصاب بالبرد المرة بعد الأخرى؟

لأن جراثيم البرد تغير أشكالها. ففيروس البرد الذي سوف يصيبنا هذا العام يختلف عن فيروس البرد الذي أصابنا العام الماضي. فخلايا الذاكرة تتذكر شكل فيروس العام الماضي ولكنها لم تقابل حتى الآن فيروس هذا العام والذي له شكل جديد ولهذا لا توجد حشود جاهزة من الخلايا الدفاعية المتخصصة لمحاربة الفيروس الجديد.



# مساعدة أبطال جسمك

تستخدم المضادات الحيوية في القضاء على البكتريا . فمضاد البنسيلين ( تنتجه نوع من الفطريات) يمنع البكتريا من بناء جدار خلوى جديد بعد انقسامها وبهذا يحد من تكاثرها ويقضى عليها . ويجب ألا نتناول المضادات الحيوية إلا عند الضرورة كما يوصى بها الطبيب . وذلك لأنها لا تقتل البكتريا الضارة فحسب ، ولكنها تقتل البكتريا المفيدة أيضا .

## وهل يمكن استعمال المضادات الحيوية للقضاء على الفيروسات؟

لأن الفيروسات تختلف عن البكتريا، فالمضادات الحيوية لا تؤثر في الفيروسات أبداً. لذلك فإن عبء محاربة الفيروسات يقع على خلايا المناعة وحدها. وفي هذه الحالة يكون التطعيم هو الطريقة الوحيدة لمساعدة خلايا المناعة في جهادها المستمر .

## كيف يعمل التطعيم على القضاء على الفيروسات؟

يعتبر التطعيم إحدى الحيل الذكية لإعداد خلايا المناعة لمواجهة هجوم فيروسى فى المستقبل . فالتطعيم يحتوى على ميكروبات ميتة أو ضعيفة وعندما يدخل الطعام إلى الجسم فإن خلايا المناعة تعامل الميكروبات الميتة وكأنها حية وذلك لأن كلا منهما (الحية والميتة) تحتوى على نفس البروتينات (مولدات المضاد) التى تهم خلايا المناعة، فتبدأ هذه الخلايا فى إنتاج الأجسام المضادة المتخصصة لتلتصق بهذا النوع من مولدات المضاد. وتظل خلايا الذاكرة تتذكر مولدات المضاد الخاصة بالميكروب الميت بحيث إنه فى حالة غزو نفس الشكل من الميكروب للجسم فى المستقبل فإن خلايا المناعة تكون مستعدة للقاءه والقضاء عليه فى الحال. وتستمر المناعة معنا طوال فترة حياة خلايا الذاكرة التى قد تصل إلى عدة سنوات. ويمكن الحصول على الأجسام المضادة من الحيوانات مثل الحصان والخروف لإعطائها لإنسان حتى يكون مفعولها سريعا وفوريا. وإن كان جسم الإنسان لا يحفظها فى الذاكرة لأنها صنعت خارجة.

## أستاذنا وهل من الممكن أن نتعاطى تطعيم ضد .... "آتشووهوه"؟

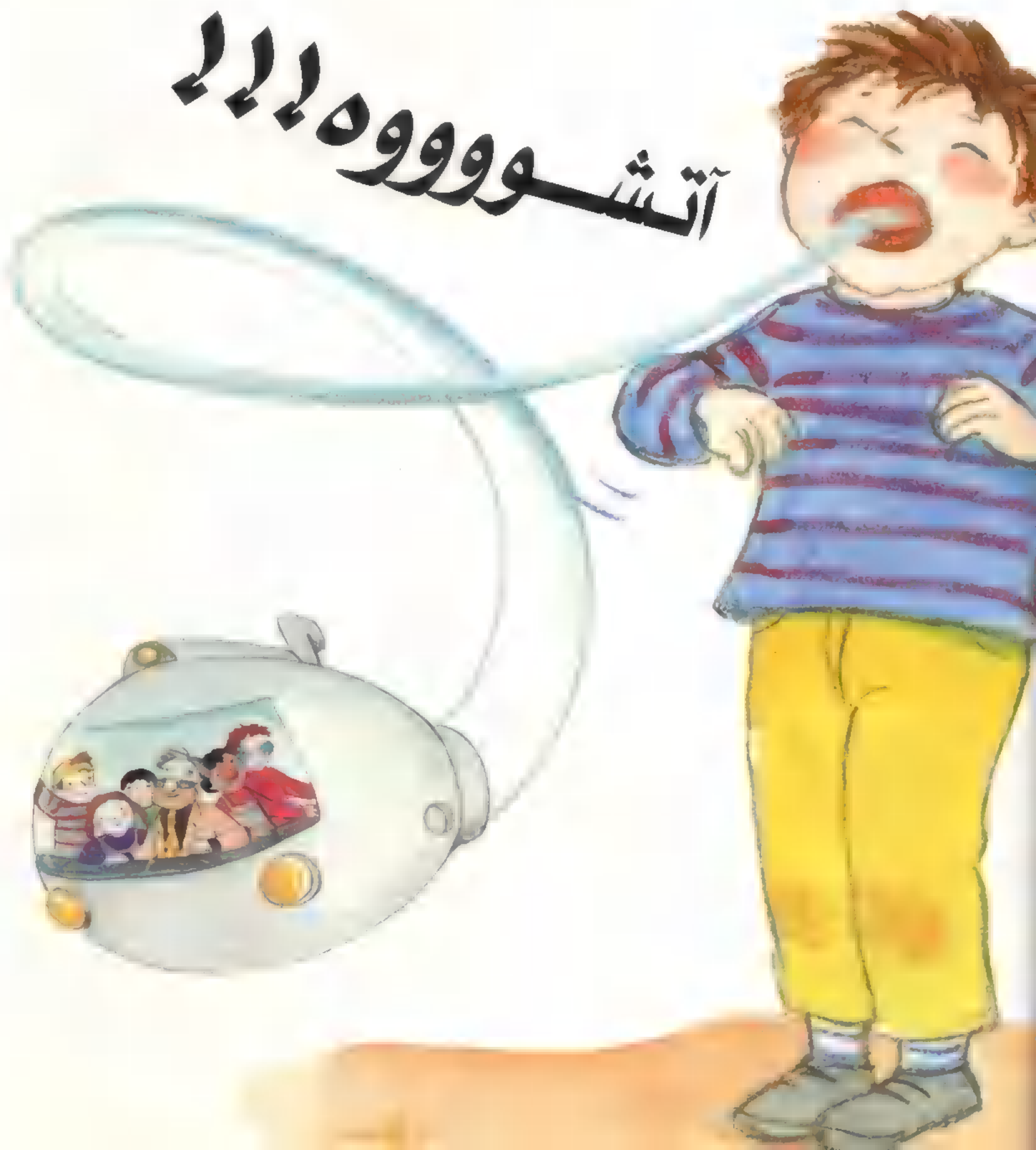
يرحمكم الله. للأسف لا يوجد تطعيم ضد البرد، وذلك لأن فيروس البرد يغير من شكله بصفة مستمرة. لا تقلق يا صديقى، فبمجرد أن تتعرف خلايا المناعة على هؤلاء الغزاة فإنها سوف تقوم بعمل اللازم لتدمرهم. ألا يستحق جهاز المناعة تقديرنا بجدارة؟!

ولهذا يجب أن تكون صبورا، وثق أن خلايا المناعة أبطال جسمك تحارب ببسالة للدفاع عنك.

والآن هيا بنا نخرج من الأنف لنعود إلى أحجامنا الطبيعية قبل أن ... آتشووهوه!!

نحن البواسل

آتش ووووه لاله



الإجابة الصحيحة هي 2. فعندما يدخل الفيروس خلية الجسم السليمة فإن جينات الفيروس تمنع الخلية من القيام بعملها الطبيعي وتسخرها لإنتاج المزيد من الفيروسات.

### البكتريا تسبب :

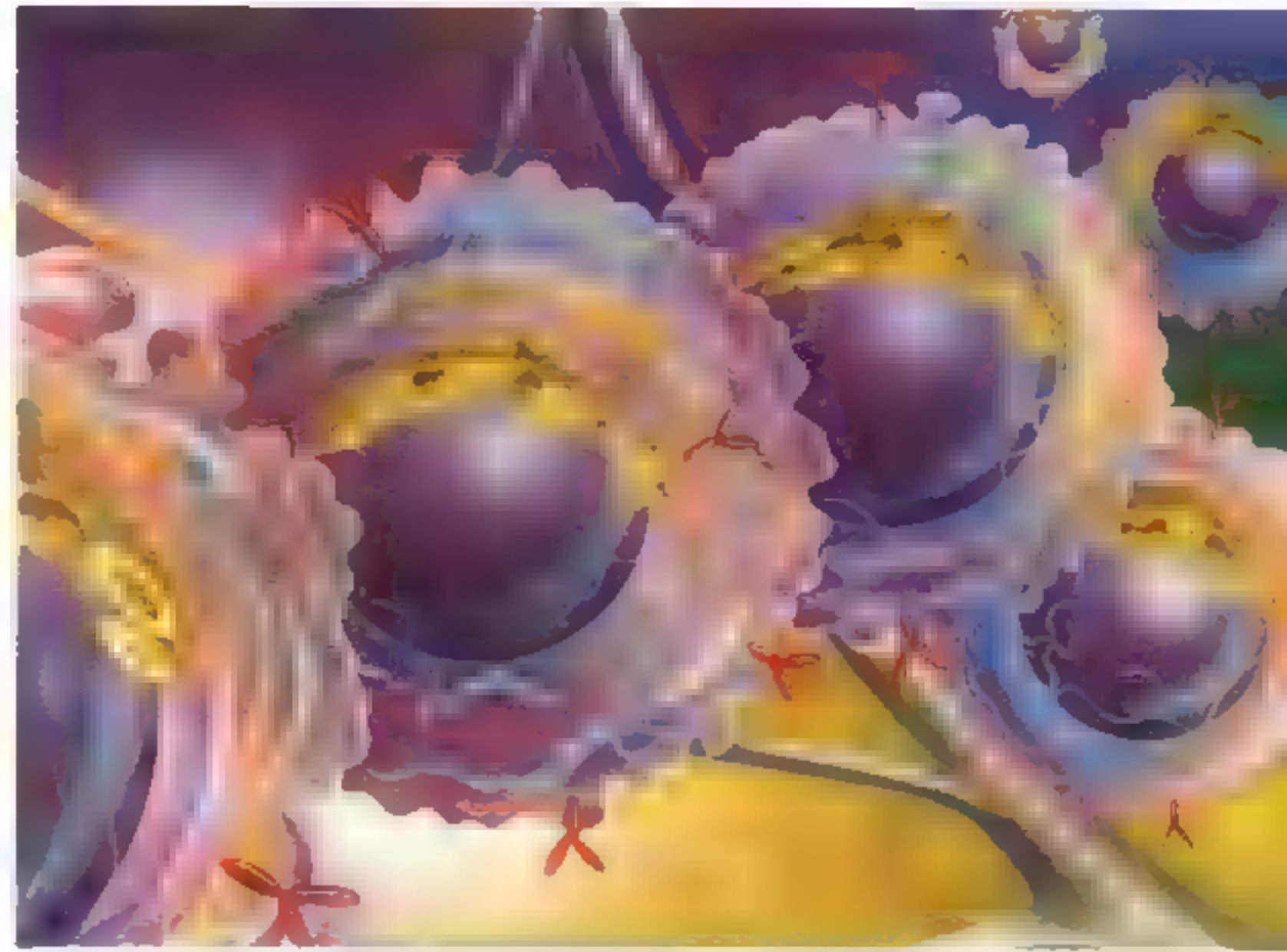
- 1 - الأنفلونزا
- 2 - الحصبة
- 3 - مرض الكلب
- 4 - تسوس الأسنان
- 5 - الكوليرا

الإجابة الصحيحة هي 4 و 5. فتسوس الأسنان ينتج من فضلات البكتريا التي تعيش على السكر في الفم. ويعتبر هذا المرض من أكثر الأمراض شيوعا ويعانى منه الكثير من الناس. وبالمقارنة بالكوليرا فإن تسوس الأسنان مرض لا يضر كثيرا. أما الأنفلونزا والحصبة ومرض الكلب فكلها أمراض تسببها الفيروسات.

### المادة المسببة للحمى هي :

- 1 - البكتريا
- 2 - الفيروسات
- 3 - رسائل كيميائية ينتجها الجسم

الإجابة الصحيحة هي 3. فعندما يكون جسمك في حالة عدوى شديدة من البكتريا أو الفيروسات، فإنه يفتح صمام التسخين الداخلى. فالارتفاع المصاحب في درجة حرارة الجسم يعجل من عملية الشفاء.



## ماذا تتذكر؟

تسمى المواد التي تساعد الجسم في محاربة عدوى البكتريا :

- 1 - الأجسام المضادة
- 2 - مولدات المضاد
- 3 - المضادات الحيوية

الإجابة الصحيحة 1 و 3.

### بالمقارنة مع البكتريا تعتبر الفيروسات :

- 1 - أصغر
- 2 - ميتة
- 3 - عندها مقاومة للمضادات الحيوية

الإجابة الصحيحة 1 و 2 و 3.

### تسبب لنا الفيروسات المرض بواسطة :

- 1 - التهام خلايا الجسم
- 2 - غزو خلايا الجسم وتسخيرها لإنتاج فيروسات أكثر
- 3 - إحداث تسمم للخلايا المصابة



## تميز الخلايا الدفاعية الأصدقاء عن الأعداء بواسطة:

- 1 - المذاق
- 2 - مولدات المضاد
- 3 - السلوك

الإجابة الصحيحة هي 2. فمولدات المضاد لا توجد عادة في الجسم. وبمجرد أن تراها خلايا الدفاع فإن خلايا البلازما تنتج كميات كبيرة من الأجسام المضادة وتهاجم الخلايا القاتلة الخلايا المعدية.

## تتعامل خلايا وأسلحة جهاز المناعة مع الميكروبات بواسطة:

- 1 - التهامها
- 2 - تسميمها
- 3 - عمل ثقبوب فيها
- 4 - طردها

جميع الإجابات صحيحة. فالخلايا الأكلة تلتهم الميكروبات. والخلايا القاتلة (ت) تسمم الخلايا المصابة بالفيروسات. والمفرقعات الكيميائية تحدث ثقبوبا في البكتيريا المميزة بالأجسام المضادة. والشعيرات الدقيقة في الخلايا المخاطية في حركة مستمرة لطرد الميكروبات التي تصطادها بواسطة المادة المخاطية.

## يتميز التطعيم بأنه:

- 1 - يحارب العدوى بواسطة الأجسام المضادة المنتجة في الحيوانات
- 2 - يساعد الجسم في إنتاج أجسام مضادة بدون حدوث المرض
- 3 - يستخدم فيروسات زائفة لا تضر

كل الإجابات صحيحة. ففي حالة التطعيم السلبي تستخدم الأجسام المضادة التي تم إنتاجها في أجسام الحيوانات وتحقن في مجرى الدم في جسم الإنسان لتعطى حماية سريعة ضد الفيروس. أما التطعيم الإيجابي فإنه يستخدم فيروسات زائفة غير ضارة لحقنها في الجسم ويستجيب الجسم لها بإنتاج أجسام مضادة ضد مرض معين. ويحدث كل هذا بدون أن نشعر بأعراض المرض.



# تعريفات مهمة

**الأجسام المضادة : Antibodies** بروتينات تنتجها خلايا المناعة لتساعد في قتل الميكروبات.

**الأغشية : Membranes** طبقة رقيقة من الدهون تحتوى على بروتينات. والغشاء يحمى الخلية من العالم الخارجى ويساعد على التصاق الخلايا ببعضها ويستقبل ويرسل الرسائل من وإلى خلايا الجسم.

**الالتهابات : Inflammations** تغييرات تحدث فى مواقع المعارك بين خلايا المناعة والميكروبات.

**الأمراض البكتيرية : Bacterial diseases** أمراض تسببها البكتريا عن طريق إفراز سموم للخلايا، وإعاقة خلايا الجسم عن أداء وظائفها أو قتلها. فالكوليرا وعدوى الأنف والدمامل كلها أمراض تسببها أنواع مختلفة من البكتريا.

**الأمراض الفيروسية : Viral diseases** أمراض تسببها الفيروسات مثل الأنفلونزا ومرض الكلب.

**الخلايا اللمفاوية (ب) : B cells** خلايا دم بيضاء متخصصة فى إنتاج الأجسام المضادة.

**البروتينات : Proteins** وحدات بناء الخلايا الحية وهى الأدوات التى تستخدمها الخلية فى الأنشطة العديدة التى تقوم بها. ويتم تصنيعها طبقا لوصفة فى الجينات.

**البروتينات المتممة : Complement proteins** مجموعة من البروتينات المختلفة تحدث ثقبوا فى أغشية البكتريا.

**البكتريا : Bacteria** كائنات دقيقة تتكون من خلية واحدة فقط وهى أصغر من خلايا الجسم. وهناك آلاف الأنواع منها وبعضها مفيد للجسم والبعض الآخر ضار ويسبب الأمراض.

**التطعيم : Vaccination** يعد خلايا المناعة لمواجهة هجوم من ميكروب معين فى المستقبل.

**الجلد : Skin** الغطاء الخارجى لجسم الإنسان وهو يحميه من الميكروبات ويمنعها من غزو مجرى الدم.

**جهاز المناعة : Immune system** الجهاز المختص بمحاربة الميكروبات. وهو يتكون من بلايين من خلايا الدم البيضاء والأسلحة التى تنتجها. ويوجد منها أنواع مختلفة تعمل معا لتحفظ الجسم خاليا من الميكروبات.

**جهاز المناعة المتخصص : Specific Immune System** جهاز يتكون من خلايا الدفاع المتخصصة مثل خلايا (ب) وخلايا (ت) التى تستجيب لهجوم ميكروب معين.

**الجينات : Genes** أجزاء من الحمض النووى دنا توجد فى النواة ويحتوى كل جين على عدة آلاف من الكلمات الشفرية التى تمثل معلومات ووصفات لصنع البروتينات.

**الحمض النووى دنا : DNA** الكلمة اختصار acid deoxyribonucleic وهو عبارة عن خيوط رقيقة جدا وتأخذ شكل السلم الحلزونى ويحتوى على الجينات الوراثية.

**الخلايا الأكلة الكبيرة : Macrophages** نوع من خلايا الدم البيضاء تسبح فى الدم مثل عساكر الدورية لتلتهم الميكروبات والخلايا المصابة.

**خلايا البلازما : Plasma cell** خلايا الدم البيضاء التى تنتج أجساما مضادة.

**خلايا (ت) القاتلة : Killer T cells** خلايا مناعة تدمر خلايا الجسم المصابة بالفيروسات.

**الخلايا الحية : Cells** كائنات حية دقيقة. ويوجد حوالى 200 نوع مختلف من الخلايا تكون جسم الإنسان وتحافظ عليه حيا. ومعظم هذه الخلايا صغيرة جدا بحيث إن 100 خلية مرصوفة بعضها إلى جوار بعض تأخذ حيزا طوله أقل من 2 ملليمتر.

**خلايا الدم البيضاء : White blood cells** توجد فى أنواع عديدة وهى تتربص بالميكروبات فى كل لحظة من أجل القضاء عليها.

**خلايا الذاكرة : Memory cells** خلايا الدم البيضاء التى تتذكر

الميكروبات التى غزت الجسم فى الماضى ولهذا يمكن إعداد خلايا دفاعية متخصصة لمحاربة ميكروب معين بدون أى تأخير.

**الخلايا العائلة : Host cells** خلايا الجسم التى تصاب بالفيروسات أو البكتريا

**الدم : Blood** سائل لزج أحمر اللون يتكون من سائل شفاف يسمى البلازما وخلايا دم. وهو يحمل المواد الغذائية والأكسجين وكثيرا من المواد الأخرى إلى جميع أنحاء الجسم ويتخلص من السموم والفضلات. كما يحتوى على العديد من الخلايا المختلفة.

**الطفيليات : Parasites** كائنات تعيش على غذاء الكائن الحى الذى تعيش عليه أو داخله.

**الغدة الصعترية : Thymus gland** غدة توجد تحت العنق وهى موقع إنتاج الخلايا (ت) القاتلة.

**الفطريات : Fungi** هى جراثيم تعيش على سطح الجسم وداخله وتسبب أمراضا مثل مرض قدم الرياضى وبعض الأمراض الخطيرة الأخرى.

**الفيروسات : Viruses** ميكروبات ضئيلة جدا لا تستطيع أن تعيش بطريقة مستقلة. فهى تحقن جيناتها داخل خلايا الجسم وتسخرها لإنتاج فيروسات جديدة.

**فيروسات الهربس : Herpes viruses** تغزو خلايا الجلد وتسبب قرحا جلدية.

**اللمف : Lymph** سائل شفاف ينساب فى شبكة من الأوعية الخاصة به فى جميع أنحاء الجسم.

**المادة المخاطية : Mucus** سائل لزج تنتجه خلايا متخصصة ويحتوى على مواد لقتل البكتريا.

**المضادات الحيوية : Antibiotics** مواد كيميائية تقتل البكتريا وتمنع تكاثرها.

**مولد المضاد : Antigen** عند دخول أى جسيم غريب للجسم يتم إنتاج أجسام مضادة وخاصة به ولهذا سمي بمولد المضاد.

**الميكروبات : Microbes** كائنات دقيقة مثل البكتريا والفيروسات والفطريات والطفيليات التى تعيش فى الكائنات الحية.

**نخاع العظام : Bone marrow** الجزء الداخلى للعظام وهو الموقع الخاص بإنتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء الجديدة.

40 , 38, 43, 33, 32, 31, 30, 28	Antibodies	الأجسام المضادة
28	Pseudopods	الأقدام الزائفة
24	Bacterial diseases	الأمراض البكتيرية
24, 11	Intestine	الأمعاء
12	Inflammation	الالتهابات
30, 20, 18, 16	Proteins	البروتينات
31, 30	Complement	البروتينات المتممة
40, 34, 32, 31, 30, 28, 26, 24, 14, 9	Bacteria	البكتيريا
24, 11	Dental cavities	تسوس الأسنان
40, 9	Vaccination	التطعيم
15, 14	Skin	الجلد
32, 11	Immune system	جهاز المناعة
30	Specific immune	جهاز المناعة
22	Genes	الجينات
31, 28	Pimples	حب الشباب
38	Measles	الحصبة
38	Fever	الحمى
30, 17, 16	Cells	الخلايا
38, 36, 30	Killer T cells	خلايا ( ت ) القاتلة
34, 30	Granulocytes	الخلايا الآكلة الصغيرة
34, 32, 28, 27, 26	Macrophages	الخلايا الآكلة الكبيرة
34	Plasma cells	خلايا البلازما
34, 31, 30	B cells	الخلايا البائية ( ب )
36, 28, 18	White blood cells	خلايا الدم البيضاء
28, 18, 16	Red blood cells	خلايا الدم الحمراء
40, 39, 38	Memory cells	خلايا الذاكرة
18	Host cells	الخلايا العائلية
38, 26, 12, 11, 10, 9, 8	Mucous cells	الخلايا المخاطية
16	Immune cells	خلايا المناعة
28, 26	Blood	الدم
23, 22, 20, 17	DNA	شريط الدنا
16	Parasites	الطفيليات
36, 22, 12	Infection	العدوى
12	Sneezing	العطس
36	Thymus	الغدة الصعترية
33, 30, 20	Membrane	غشاء الخلية
25, 10	Fungi	الفطريات
36, 32, 23, 22, 21, 20, 19, 15, 14, 12, 9	Virus	الفيروسات
22, 18, 17, 16, 14, 12	Organism	الكائن الحي
28	Lymph	اللمف
25	Malaria	المالاريا
39, 31, 18, 8	Cold	مرض البرد
40, 19	Rabies	مرض الكلب
22, 19	Herpes	مرض الهيربس
40, 9	Antibiotics	المضادات الحيوية
34, 32, 31	Antigen	مولد المضاد
34	Bone marrow	نخاع العظم

# أبطال جسمك و أشراره

المستكشفون الميكروسكوبيون



«المستكشفون الميكروسكوبيون» تصطحب

قراءها من الفتيان والفتيات -

وكذلك الكبار المهتمين بالعلوم -

في رحلة تعليمية مثيرة في عالم

الخلايا المجهول وما وراءه.

وحتى يمكن الاطلاع على الأشياء

الدقيقة، يدخل المستكشفون الميكروسكوبيون

داخل الآلة الميكروسكوبية، التي تنكمش بحيث

يتضاءل حجمها وحجم من فيها ؛ حتى

يصيروا من الصغير بما يمكنهم من :

• دخول الجسم والتعرف على الخلايا.

• رؤية واستكشاف الأعضاء الداخلية ومكوناتها.

• فهم آلية جسم الإنسان، وكيف تعمل أعضاؤه

لتستمر الحياة.

وقد قام بكتابة «المستكشفون الميكروسكوبيون» فريق

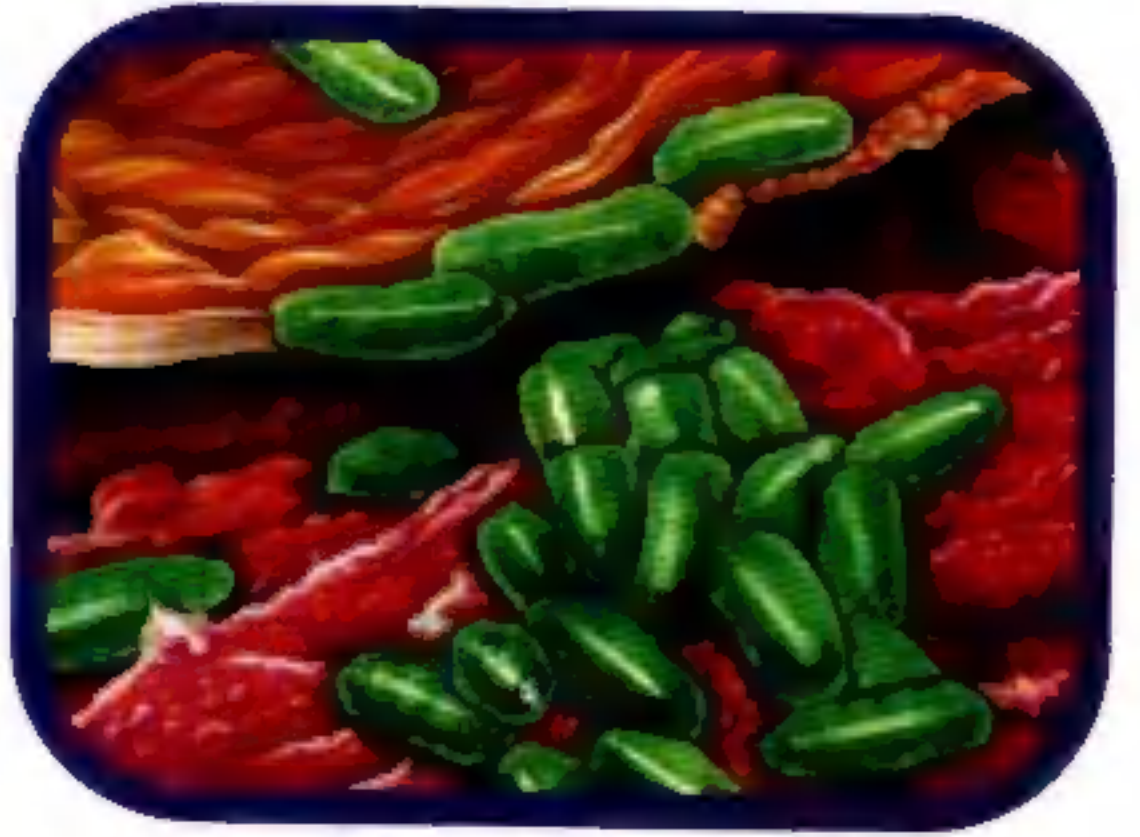
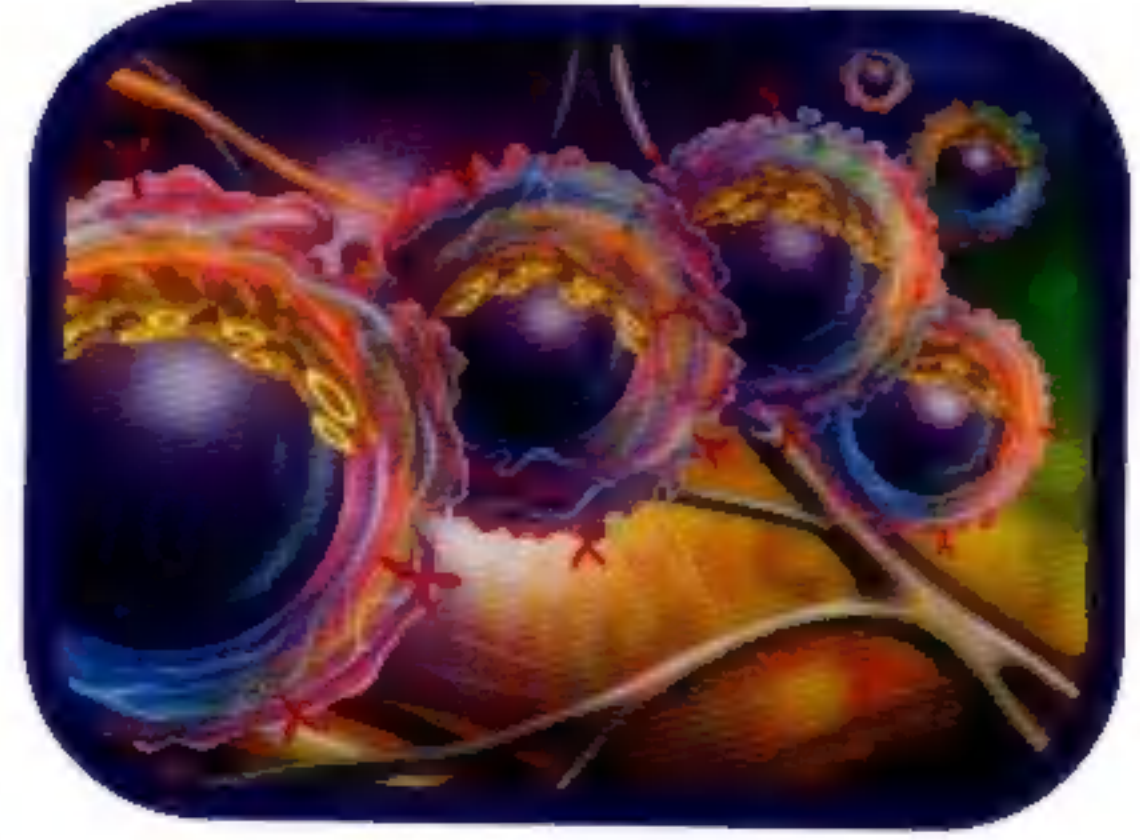
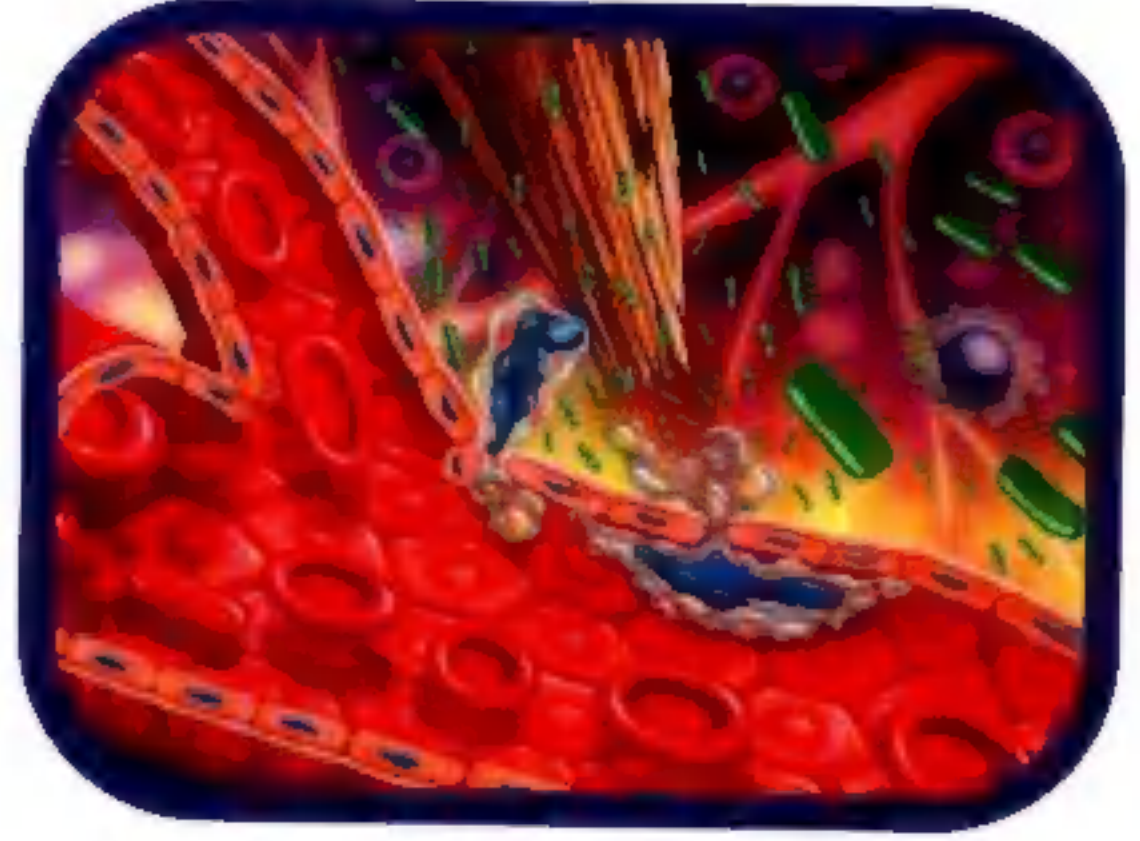
مميز من أكفأ العلماء والكتاب في مجال الكيمياء

الحيوية وكتب الأطفال التعليمية. وهي تقدم

شرحاً مميزاً وجذاباً لتلك الأجهزة والعمليات

العضوية التي تشكل نمو جسم الإنسان

وتطوره وعمله .



في هذه السلسلة :

• عالم الخلية العجيب

• أبطال جسمك وأشراره

• عالم الكروموسومات العجيب

• عالم الجينات العبقريّة

دار الشروق

القاهرة : 8 شارع سيويه المصري -

رابعة العدوية - مدينة نصر حرب 33 البانوراما

تليفون: 4023399 فاكس: 4037567 (202)